ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1907 г. ТОМЪ 8. № 4.

Жизнь и труды Д. И. Менделѣева.

В. Я. Курбатова.

I.

Біографическій очеркъ.

Какъ первый русскій ученый М. В. Ломоносовъ родился на дальнемъ сѣверѣ, такъ и величайшій изъ русскихъ ученыхъ Дмитрій Ивановичъ Менделѣевъ родился на восточной окраинѣ, въ далекомъ Тобольскѣ, 27 января 1834 года.

Родина Ломоносова лежала на той дорогѣ, по которой въ теченіе полутора вѣковъ Москва сносилась со страною великой культуры, Англіей. Но также и въ далекомъ Тобольскѣ было больше отзвуковъ культурнаго свѣта, чѣмъ въ большинствѣ тогдашнихъ русскихъ провинціальныхъ городовъ. Еще въ XVII вѣкѣ туда были сосланы плѣнные шведы. Они принесли съ собою кое какія техническія знанія, напр., секретъ поливы изразцовъ и приготовленія мѣдныхъ чеканныхъ издѣлій, извѣстныхъ подъ названіемъ сибирской посуды. Туда-же попали и декабристы, принесшіе съ собой увлеченіе европейской культурой и извѣстный запасъ знаній.

Дм. Ив. былъ семнадцатымъ и послѣднимъ сыномъ Ивана Павловича Менделѣева, директора Тобольской гимназіи, бывшаго въ то время уже въ отставкѣ. Вскорѣ послѣ рожденія Дм. Ив. Иванъ Павловичъ ослѣпъ, а потомъ и померъ, когда Дм. Ив. было десять лѣтъ. Жена Ив. Павл.—Марья Дмитревна, рожденная Корнильева, была женщина исключительнаго ума, характера и предпріимчивости. Чтобы увеличить достатки семьи,—ограниченной пенсіи не хватало,—она возобновила и сама управ-

ляла стекляннымъ заводомъ, находившимся недалеко отъ города и названномъ Аремзянка. Въ то-же время она внимательно слѣдила за образованіемъ своихъ дѣтей и замѣтила особенныя способности младшаго сына. Онѣ, впрочемъ, отнюдь не выражались большими успѣхами въ гимназіи. Правда, тамъ среди учителей былъ инспекторомъ Ершовъ, авторъ знаменитой сказки „Конекъ Горбунокъ", но живого и впечатлительнаго мальчика не тянуло въ классы гимназіи. Только его любознательность, поразительно острая память, а также способность къ счету и развившаяся къ концу курса любовь къ чтенію, указывали на будущность великаго ученаго. Марья Дмитревна угадала призваніе сына, и когда ему исполнилось 15 лѣтъ, она вывезла его изъ Сибири въ Москву, а черезъ годъ въ Петербургъ, гдѣ онъ поступилъ въ Главный Педагогическій Институтъ. Марья Дмитревна осталась въ Петербургѣ и черезъ годъ скончалась. Она видимо имѣла большое вліяніе на сына, и русская наука много обязана ей, рано понявшей и повѣрившей въ назначеніе своего сына. Дмитрій Ивановичъ не разъ самъ указывалъ на это и посвятилъ ея памяти восторженныя строки въ началѣ „Изслѣдованія водныхъ растворовъ по удѣльному вѣсу", которое посвящено „памяти матери Марьи Дмитревны Менделѣевой" слѣдующими словами:—„это изслѣдованіе посвящается памяти матери ея послѣдышемъ. Она могла его взростить только своимъ трудомъ, ведя заводское дѣло; воспитывала примѣромъ, исправляла любовью и, чтобы отдать наукѣ, вывезла изъ Сибири, тратя послѣднія средства и силы. Умирая завѣщала: избѣгать латынскаго самообольщенія, настаивать въ трудѣ, а не въ словахъ, и терпѣливо искать божескую или научную правду, ибо понимала сколь часто діалектика обманываетъ, сколь многое еще должно узнать и какъ при помощи науки, безъ насилія, любовно, но твердо устраняются предразсудки, неправда и ошибки, а достигаются: охрана дорогой истины, свобода дальнѣйшаго развитія, общее благо и внутреннее благополучіе".

Если гимназія прошла безслѣдно для Дм. Ивановича и даже оставила на всю жизнь разочарованіе въ гимназическомъ классицизмѣ, то институтъ съ каждымъ годомъ увлекалъ его все болѣе и болѣе. Да и не мудрено: среди профессоровъ красовались самые славные имена ученыхъ того времени. На первомъ нужно поставить, конечно, академика Ленца, нашедшаго

экспериментально законъ „Ленца-Джауля", работавшаго не только по физикѣ, но и по физической географіи, сдѣлавшаго нѣсколько большихъ путешествій. Это былъ человѣкъ, все время слѣдившій за развитіемъ науки и не только самъ работавшій въ лабораторіи, но и облегчавшій насколько возможно доступъ студентовъ въ Академическую лабораторію. Затѣмъ „дѣдушка русской химіи" Александръ Абрамовичъ Воскресенскій, ученикъ Магнуса и Либиха, едва ли не первый, заговорившій въ Россіи о металепсіи, изслѣдовавшій цѣлый рядъ органическихъ веществъ и открывшій хининъ и теоброминъ. Воскресенскій не только знакомилъ учениковъ съ теоріей Берцеліуса, которой самъ придерживался, но и заставлялъ знакомиться со взглядами Дюма, Лорана и Жерара. Несмотря на то, что бюджетъ университетской лабораторіи былъ очень ограниченъ, Ал. Абр. ухитрился устроить въ ней регулярныя занятія, и изъ его школы вышли кромѣ Дм. Ив., Н. Бекетовъ, Соколовъ, Меншуткинъ и т. д. Математику преподавалъ Остроградскій, астрономію Савичъ, зоологію Брандтъ.

Но среди этихъ громкихъ именъ тотъ, чье имя полузабыто русскими, оказывалъ на молодежь наибольшее вліяніе. С. С. Куторга, проф. зоологіи въ Университетѣ, съ 1848 года занялъ каѳедру минералогіи въ Главномъ Педагогическомъ Институтѣ. Большое число лекцій и отсутствіе адъюнкта въ университетѣ не позволяли ему удѣлять много времени научнымъ трудамъ, тѣмъ не менѣе онъ успѣвалъ много работать надъ вопросами минералогіи и дѣлать большія экскурсіи. Превосходный лекторъ онъ увлекалъ слушателей живымъ изложеніемъ и въ Университетѣ на его лекціи сбѣгались слушатели всѣхъ факультетовъ. Его лекціями увлекся Дм. Ив. и, очевидно, по его указаніямъ началъ анализы финляндскихъ минераловъ [1]). Въ то же время онъ началъ изслѣдованіе объ изоморфизмѣ, но здоровье его пошатнулось; онъ тотчасъ по окончаніи курса отправился въ Крымъ и былъ недолго учителемъ сначала въ Симферополѣ, а затѣмъ въ Одессѣ.

Во время пребыванія на югѣ печаталось въ Горномъ журналѣ упомянутое первое большое изслѣдованіе „Изоморфизмъ въ

---

*) Chemische Analyse des Orthits aus Finland (Verhandlungen d. R. K. Mineralogischen Gesellschaft. 1854). Pyroxen aus Ruskiala in Finland. Ibid. 1855 —1856.

связи съ другими отношеніями формы къ составу“. Содержаніе его показываетъ, что первымъ увлеченіемъ Менделѣева былъ міръ кристалловъ—та область, которую впослѣдствіи самъ онъ рекомендовалъ молодымъ ученымъ, указывая, что они найдутъ здѣсь „обширное поле для работы, представляемое соотношеніемъ между формою и составомъ. Геометрическая правильность и своеобразная красота кристаллическихъ формъ придаютъ не малую привлекательность изслѣдованіямъ этого рода“ [1]). Въ наше время многимъ такое увлеченіе можетъ казаться страннымъ для будущаго великаго химика. Но обиліе фактическаго матеріала, запасеннаго минералогическими анализами, позволило ему приступить къ обобщеніямъ, правда на первый разъ лишь критическимъ. При этомъ онъ держался чисто опытной точки зрѣнія. Излагая въ самомъ началѣ нѣсколько метафизическую точку зрѣнія Гаюи и признавая правильнымъ взглядъ Гаюи, что „элементарные атомы каждаго тѣла иновидны“, и что сходство формы тѣлъ кубической системы происходитъ лишь отъ того, что они подошли къ предѣлу измѣнчивости формъ, Менделѣевъ становится на опытную почву, отказывается вѣрить, что въ алмазѣ содержится примѣсь кислорода (по Деви), или что аррагонитъ по химическому составу отличается отъ известковаго шпата. Болѣе того, онъ даже съ оговоркой принимаетъ Митчерлихово опредѣленіе изоморфизма [2]).

Мы не будемъ подробно разбирать это сочиненіе, которое помимо колоссальнаго количества фактическаго матеріала, заключаетъ еще и разборъ теорій Жерара и Лорана. Интересенъ лишь послѣдній (5-й) собственный выводъ молодого ученаго: „анизоморфизмъ для тѣлъ одинаково составленныхъ не существуетъ, для тѣлъ изомерныхъ сходственно составленныхъ или химически изомерныхъ сомнителенъ“.

Изъ ряда вопросовъ, затронутыхъ въ этой статьѣ, вниманіе Д. И. привлекло изученіе удѣльныхъ объемовъ.

Съ одной стороны работы Жерара, съ другой Коппа надъ разностью объемовъ изоморфныхъ тѣлъ увлекали надеждой и

[1]) Основы Химіи. 7 изд. стр. 453.

[2]) „Соединенія одинаковаго числа атомовъ, подобнымъ образомъ расположенныхъ, образуютъ тѣла тождественныхъ формъ“.

въ твердомъ и жидкомъ состояніяхъ найти такія же простыя соотношенія, какія нашелъ Гэй-Люссакъ для газовъ. Какъ многимъ русскимъ диссертаціямъ, такъ и статьѣ „Удѣльные объемы" [1]) выпало на долю знакомить русскій ученый міръ съ новыми научными теоріями. На первыхъ же страницахъ мы встрѣчаемъ подробное изложеніе ученія Жерара, а дальше ученіе Коппа объ удѣльныхъ объемахъ. Въ этомъ сочиненіи Дм. Ив. стоитъ на чисто опытной точкѣ зрѣнія, не придавая пока величинѣ удѣльнаго объема значенія реальнаго объема физической частицы. Съ 1856 года Дм. Ив. началъ чтеніе лекцій органической и теоретической химіи, писалъ рядъ техническихъ статей и замѣтокъ и небольшое изслѣдованіе объ энантолово-сѣрнистой кислотѣ. Въ 1859 году Дм. Ив. былъ командированъ заграницу, но вмѣсто Парижа, гдѣ предполагалъ заниматься въ лабораторіи Реньо, пріѣхалъ въ Гейдельбергъ, гдѣ и началъ работать въ собственной маленькой лабораторіи.

Еще въ диссертаціи объ удѣльныхъ объемахъ мы встрѣчаемъ положеніе, что „паръ есть газъ, близкій къ точкѣ кипѣнія и потому при извѣстной незначительной температурѣ и давленіи легко переходящій въ жидкость" [2]). Мысль о томъ, что различіе между паромъ и газомъ количественное, а не качественное, естественно привело Менделѣева къ вопросу о непрерывности жидкаго и газообразнаго состоянія, и вотъ онъ начинаетъ изслѣдованіе свойства, наиболѣе отличающаго газъ отъ жидкости,—частичнаго сцѣпленія. Но въ то время самый методъ опредѣленія частичнаго сцѣпленія $2F=a^2$ (квадрату капиллярной постоянной) еще не былъ окончательно выработанъ, и Дм. Ив. пришлось разработать его. Дм. Ив. выбралъ и нѣсколько разработалъ методъ капиллярныхъ поднятій и опредѣлилъ капиллярныя постоянныя для многихъ жидкостей; нѣкоторыя изъ его чиселъ до сихъ поръ приводятся въ таблицахъ.

Однако не столь замѣчательны самыя цифры, какъ тѣ выводы, которые онъ сдѣлалъ изъ нихъ: 1) онъ замѣтилъ, что частичное натяженіе увеличивается одинаково по мѣрѣ увеличенія частичнаго вѣса на CH_2 въ гомологическихъ рядахъ; 2) пытался объяснить ускореніе реакцій (напр. этерификацію) съ увеличеніемъ

[1]) Горный журналъ 1856 г.

[2]) Горный журналъ 1856 года стр. 71.

температуры уменьшеніемъ частичнаго сцѣпленія; 3) указалъ на зависимость величины скрытой теплоты испаренія отъ частичнаго сцѣпленія. Послѣднее онъ формулировалъ такъ: „скрытая теплота испаренія есть работа (энергія) необходимая для преодолѣнія сцѣпленія жидкостей“. Эта фраза заключаетъ мысль о новой работѣ—смѣломъ проникновеніи въ почти неизвѣданную еще область.

Дм. Ив. рѣшилъ изслѣдовать расширеніе жидкостей выше температуры кипѣнія, выработалъ простой и изящный методъ наблюденія въ запаянныхъ трубкахъ. Опытовъ было сдѣлано немного, но они дали согласные и ясные результаты. Формулы Коппа для расширенія ниже точки кипѣнія оказались годными и выше ея. А изъ этого прямой выводъ: „такъ какъ всѣ члены формулы Коппа положительны, то коэффиціентъ расширенія растетъ, частичное сцѣпленіе уменьшается и при нѣкоторой температурѣ коэффиціентъ расширенія жидкости сдѣлается равнымъ газовому“.

Эту температуру задолго до Эндрюса (1869 г.) онъ назвалъ температурою абсолютнаго кипѣнія (absolute Siedetemperatur), т. е. такою, при которой: „1) сцѣпленіе жидкости равно нулю, 2) скрытая теплота испаренія также равна нулю и 3) жидкость обращается въ паръ независимо отъ температуры и давленія“. Это есть опредѣленіе критической температуры и качественное выраженіе теоріи фанъ-деръ-Ваальса. За эти четыре строки Эдинбургскій Университетъ приподнесъ Дм. Ив. званіе доктора.

Вопросъ о жидкомъ состояніи не разъ привлекалъ Дм. Ив., и уже много лѣтъ (1884 г.) спустя онъ снова обратился къ тому же вопросу о расширеніи и, пересчитавъ данныя Торпе, пришелъ къ заключенію, что законъ теплового расширенія жидкостей можетъ быть очень просто выраженъ уравненіемъ

$$V = \frac{V_0}{(1 - kt)},$$

въ которомъ V и V_0 суть конечный и начальный объемы, k и t—коэффиціентъ расширенія и температура.

Это, конечно, лишь первое приближеніе къ формулѣ расширенія, но простота и общность этого выраженія указывали на связь его съ теоріей жидкостей. И въ самомъ дѣлѣ, тотчасъ по появленіи статьи Менделѣева въ журналѣ Лондонскаго Химическаго Общества Торпе и Рюккертъ указали на простое со-

отношеніе, выводимое изъ этой формулы и теоріи приведенныхъ состояній, между коэффиціентомъ расширенія и критической температурой, а Д. П. Коноваловъ указалъ на связь формулы Менделѣева съ формулой фанъ-деръ-Ваальса.

Во время пребыванія въ Гейдельбергѣ Дм. Ив. сблизился съ И. А. Вышнеградскимъ, Сѣченовымъ, Боткинымъ и Бородинымъ и съ ними вмѣстѣ совершилъ путешествіе по Швейцаріи и Италіи. Эти страны древней высокой культуры и окружавшіе его люди довершили переходъ Дмитрія Ивановича къ смѣлому научному творчеству и отъ работъ 1870 года начинается рядъ смѣлыхъ проникновеній въ еще невѣдомыя области. Одну изъ нихъ (зависимость скорости реакціи отъ сцѣпленія) мы уже знаемъ; слѣдующая была сдѣлана уже въ Петербургѣ, когда Дм. Ив. публиковалъ въ 1861 г. курсъ „Органической химіи". Въ статьѣ „О предѣлѣ $C_n H_{2n+2}$ углеводородовъ" онъ проводилъ понятіе о предѣльномъ насыщенномъ рядѣ. Эта попытка обойтись безъ структурныхъ формулъ полнѣе изложена имъ впослѣдствіи.

Но вслѣдъ затѣмъ научная дѣятельность на нѣсколько лѣтъ прерывается, такъ какъ Дмитрій Ивановичъ былъ назначенъ профессоромъ Технологическаго Института и занялся техническими вопросами: онъ былъ командированъ въ Баку для изученія нефти, участвовалъ въ сельско-хозяйственныхъ опытахъ, переводилъ и писалъ рядъ техническихъ руководствъ, замѣтокъ и т. д.

Къ 1865 году онъ снова возвращается къ наукѣ и производитъ изслѣдованіе растворовъ спирта по удѣльному вѣсу. Это изслѣдованіе онъ защищалъ въ 1865 г., а въ 1866 г. былъ избранъ профессоромъ химіи въ С.-Петербургскомъ Университетѣ.

Составляя несравненный курсъ: „Основы химіи" въ 1869 году, онъ пришелъ къ установленію періодическаго закона. Этотъ законъ имѣетъ такое колоссальное значеніе, что предъ нимъ меркнутъ остальные труды Дм. Ив., и въ виду того, что онъ требуетъ внимательнаго разбора, я позволю себѣ оставить разсмотрѣніе его до конца статьи. Тѣмъ болѣе, что почти одновременно Дмитрій Ивановичъ обратился къ новой—издавна занимавшей его области—къ вопросу о состояніи газовъ и принялся за грандіозное изслѣдованіе „упругости газовъ". Странная судьба этого грандіозно задуманнаго изслѣдованія!

Скромное по размѣрамъ и по средствамъ, сдѣланное въ скромной собственной Гейдельбергской лабораторіи, изслѣдованіе расширенія жидкостей привело къ опредѣленію понятія о „критической температурѣ“. Изслѣдованіе „упругости газовъ“ было задумано очень широко, но выполнить удалось едва лишь первую часть: расширеніе при малыхъ давленіяхъ. Главный результатъ ея былъ тотъ „что при низкихъ давленіяхъ газы сжимаются менѣе, чѣмъ слѣдуетъ по закону Бойль-Маріотта“. Произведенные впослѣдствіи опыты Амага и Ралэя показали, что такихъ отступленій нѣтъ. Но эта работа Менделѣева интересна не своими результатами, а своей обстановкой. Дѣло въ томъ, что самые способы экспериментированія были мало изучены, и Менделѣеву пришлось изучить цѣлый рядъ техническихъ вопросовъ, относящихся къ матеріаламъ (трубки, знаменитая менделѣевская замазка) и къ методамъ. Вотъ изъ послѣднихъ особенно важны были: устройство ртутнаго насоса; новаго типа барометра, который можно было наполнять некипяченной ртутью, вытѣсняя впослѣдствіи выдѣлившійся воздухъ изъ трубки ртутнымъ столбомъ (наклоняя приборъ); термометра (вліяніе давленія столбика); катетометра и особенно разборъ теоріи вѣсовъ.

Дѣло въ томъ, что до Дм. Ивановича всѣ слѣдовали теоретическому выводу Эйлера, приводившему къ заключенію, что вѣсы тѣмъ чувствительнѣе, чѣмъ коромысло длиннѣе. Дм. Ив. указалъ, что этотъ выводъ справедливъ лишь для математическаго негибкаго коромысла, а не для физическаго, такъ какъ въ формулу чувствительности входитъ дѣлителемъ вѣсъ коромысла, который тѣмъ больше, чѣмъ длиннѣе коромысло.

Далѣе онъ разобралъ всю теорію взвѣшиванія и далъ рядъ (16) правилъ для постройки вѣсовъ. Самые главные изъ нихъ: 1) коромысло должно быть по возможности коротко, высота его должна быть по возможности велика по отношенію къ толщинѣ, 2) должно избѣгать винтового закрѣпленія призмъ, 3) для чувствительности важно какъ уменьшеніе разстоянія центра тяжести, такъ и такое устройство, которое допускаетъ опредѣленіе малыхъ угловъ отклоненія. Эти правила и указанія В. Томсона создали современную форму точныхъ вѣсовъ.

Въ 1876 году Дм. Ив. обращается снова къ техникѣ, къ своему любимому нефтяному дѣлу. Онъ ѣздилъ въ Пенсильва-

нію и нѣсколько разъ былъ на Кавказѣ. Одновременно въ его лабораторіи была начата разработка вопроса о составѣ нефти, выяснилась возможность приготовленія безопаснаго по сравненію съ американскимъ керосиномъ освѣтительнаго масла и весьма важныхъ смазочныхъ маселъ. Вопросъ о значеніи кавказской нефти былъ рѣшенъ, и Бакинское нефтяное дѣло стало быстро развиваться. Для науки значеніе этихъ работъ громадно, потому что выдвинуло вопросъ о происхожденіи нефти, и Дм. Ив. далъ одно и едва ли не лучшее изъ рѣшеній этого вопроса. Сопоставляя Канто-Лапласовскую теорію мірозданія, нахожденіе нефти около горъ-складокъ земной коры, гдѣ должны быть трещины, Менделѣевъ высказалъ минеральную теорію образованія нефти, намеки на которую дѣлалъ Бертело, а впослѣдствіи не разъ поддерживалъ Муассанъ. Эта теорія признавала, что нефть произошла при дѣйствіи воды, проникшей чрезъ глубокія трещины, до углеродистыхъ металловъ, составляющихъ ядро земного шара. И дѣйствительно Менделѣевъ и Клоэцъ показали, что при дѣйствіи минеральныхъ кислотъ на чугунъ образуется цѣлый рядъ углеводородовъ, въ томъ числѣ и жидкихъ, аналогичныхъ нефти, а Муассанъ получилъ ихъ же изъ углеродистаго урана при дѣйствіи воды.

Почти одновременно или чуть позже Дм. Иван. обратился къ тому вопросу, который привлекалъ всѣ великіе умы, начиная съ Леонардо да Винчи, къ вопросу о воздухоплаваніи. Съ глубокой вѣрой въ удачу онъ приступилъ къ строго научному рѣшенію этого вопроса, но слишкомъ обширна была задача и едва лишь удалось ее начать. Впрочемъ, Дм. Ив. пришлось и на практикѣ ознакомиться съ этимъ дѣломъ. Во время солнечнаго затменія 1887 года онъ одинъ поднялся на аэростатѣ, самъ управлялъ имъ и сдѣлалъ наблюденія.

Семи—и восьмидесятые года самый интенсивный періодъ дѣятельности Дм. Ив., и въ теченіе его на ряду съ научными вопросами выдвигаются все болѣе и болѣе вопросы техническіе и общественные. Въ семидесятыхъ годахъ въ эпоху увлеченія медіумизмомъ онъ принимается за этотъ вопросъ и критически разбираетъ спиритическія явленія. Въ восьмидесятыхъ начинается знакомство съ художественнымъ міромъ, собираніе художественныхъ коллекцій, а въ 1894 году его избираютъ дѣйствительнымъ членомъ Имп. Академіи Художествъ. Мы уже ука-

зывали на его увлеченіе нефтянымъ дѣломъ, которое своимъ развитіемъ обязано горячей проповѣди Дм. Ивановича. Но его интересовала не только эта отрасль, но и всѣ остальныя вѣтви промышленности, и широкое развитіе русской промышленности было его завѣтной мечтой. Всю свою жизнь онъ не переставалъ проповѣдывать объ этомъ и въ толстыхъ книгахъ и въ популярныхъ статьяхъ. Дм. Ив. былъ одной изъ тѣхъ „гигантскихъ“ натуръ, которыхъ изрѣдка выдвигаетъ русская жизнь, ровная какъ область, на которой живетъ русскій народъ. Ему казалось, что развитіе промышленности можетъ быть легко достигнуто, если итти по плану, ведущему прямо къ этой цѣли. Такимъ планомъ для его властной души была строгая регулировка ввоза при помощи покровительственныхъ пошлинъ и искусственное созданіе предпріятій. На другія условія, на тормоза вродѣ спокойныхъ условій жизни, отучающихъ отъ жизненной борьбы, на отсутствіе общей культуры онъ обращалъ сравнительно мало вниманія. Вотъ почему столь блестящее по внѣшности развитіе промышленности въ 80-хъ годахъ оказалось устойчивымъ лишь для немногихъ отраслей. Но этотъ блескъ, имѣвшій извѣстное положительное значеніе, многимъ обязанъ Дмитрію Ивановичу. Однако, Дм. Ив. влекло отъ промышленности къ болѣе общимъ вопросамъ и не разъ онъ высказывается по поводу народнаго образованія и другихъ общественныхъ задачъ и всего лишь за годъ до смерти, сводитъ свои замѣтки въ одинъ томъ „Къ познанію Россіи“. Въ этомъ изданіи какъ и въ предыдущихъ („Завѣтныя мысли“) Дм. Ив. говоритъ о томъ, какъ по его мнѣнію слѣдовало бы устроить русскую жизнь. Но всю жизнь съ ненавистью говорилъ онъ о классическомъ діалектизмѣ, зная лишь гимназическій классицизмъ, и великія пріобрѣтенія гуманитарныхъ наукъ остались ему чужды, такъ что всѣ его разсужденія, касающіяся этой области, уже и теперь не имѣютъ значенія. Но его работы по общественнымъ вопросамъ внесли нѣчто новое. А именно, русскіе авторы по большей части или приводили сводъ сырыхъ матеріаловъ или обсуждали по образцу какихъ нибудь иностранныхъ руководствъ. Дм. Ив. и въ „Поѣздкѣ на Уралъ“, и въ „Къ познанію Россіи“ держится своего плана изложенія. Можно не соглашаться съ его выводами, съ его совѣтами, но должно сознаться, что многое въ его изложеніи и свѣжѣ, и

самостоятельнѣе, и яснѣе обыкновенныхъ русскихъ сборниковъ. Даже въ предсмертномъ трудѣ онъ принимается за чрезвычайно неожиданное предпріятіе, ищетъ и находитъ новую проэкцію для карты Россіи, гораздо раціональнѣе и удобнѣе для разсчетовъ, чѣмъ имѣвшіяся прежде.

Съ девятидесятыхъ годовъ Дм. Ивановичъ уходитъ еще болѣе въ технику, такъ какъ въ 1890 году покидаетъ Университетъ, начинаетъ участвовать въ Совѣтѣ Торговли и Мануфактуръ, вырабатываетъ типъ бездымнаго пороха для Морского Вѣдомства. Наконецъ въ 1893 г. его назначаютъ ученымъ хранителемъ въ „Палатѣ мѣръ и вѣсовъ", устроенной по его указаніямъ. Тутъ онъ окончательно переходитъ къ вопросамъ измѣренія, особенно взвѣшиванія, причемъ намѣчаетъ рядъ очень важныхъ задачъ, въ томъ числѣ новое опредѣленіе силы земного притяженія и т. д. Одновременно съ 1891 г. онъ редактируетъ химическій и техническій отдѣлы Энциклопедическаго словаря Брокгауза и пишетъ рядъ статей тамъ-же.

Мы уже видѣли, какъ разнообразна была дѣятельность Дмитрія Ивановича, не разъ принимавшагося за самыя разнообразныя задачи, но многія изъ его научныхъ работъ принесли-бы болѣе реальные результаты, если бы онъ не захватывалъ ихъ такъ широко. Дм. Ив. не только старался всесторонне изучить научные вопросы, но и въ вопросахъ жизни онъ былъ неутомимъ, за все брался лично.

Я уже говорилъ объ его поѣздкахъ по нефтянымъ дѣламъ въ Баку и Пенсильванію, о многихъ поѣздкахъ въ Англію, какъ по почетному приглашенію Королевскаго Общества и Эдинбургскаго Университета, такъ и для техническихъ заказовъ (прототиповъ мѣръ и вѣсовъ для Палаты); о поѣздкѣ на Уралъ, въ Донецкую область и т. д. Энергія не оставляла его до послѣднихъ дней жизни. Въ 1904 году Дм. Ив. началъ временно слѣпнуть изъ за катаракты, но послѣ операціи снова оправился, принялся за книгу „Къ познанію Россіи", на которую ушло не мало силъ. Въ этой книгѣ онъ спѣшилъ собрать и выразить свои завѣтныя мысли, которыя оказываются таковы, что отличаютъ его отъ всѣхъ существующихъ партій.

Въ этой книгѣ онъ первый рѣшился представить болѣе или менѣе ясную картину Россіи и для этого ввелъ особыя способы разсчетовъ, примѣняя напр. американскій пріемъ разсчета

центра населенія. Составилъ раціональную проекцію карты Россіи, о которой было упомянуто выше. Но чувствуя близкій конецъ, видимо спѣшилъ и привлекъ къ работѣ всѣхъ служащихъ Главной Палаты. Одновременно приводилъ въ порядокъ всѣ бумаги и даже подготовилъ всѣ матеріалы для біографіи.

11-го января возвращаясь изъ Палаты послѣ посѣщенія ея министромъ торговли Дм. Ив. заболѣлъ. 15-го стало значительно хуже; выяснилось воспаленіе въ легкихъ. 17-го января Дмитрій Ивановичъ просилъ вызвать телеграммой сына изъ Туркестана и въ четвергъ 18-го въ 5 ч. 20 м. утра скончался.

Торжественныя похороны были 23 января, на гробъ было возложено множество вѣнковъ. Супруга покойнаго и Физико-химическое Общество получили нѣсколько сотъ телеграммъ изъ Россіи и заграницы съ выраженіями соболѣзнованія. Дмитрій Ивановичъ погребенъ на Волковомъ кладбищѣ около своей матери, которой былъ столь обязанъ, и на мѣстѣ, которое давно себѣ приготовилъ.

II.

Труды Д. И. Менделѣева въ области растворовъ.

Описывая послѣдовательно ученую дѣятельность Дм. Ив., я оставилъ въ сторонѣ, или едва коснулся двухъ областей, въ одной изъ коихъ Менделѣевъ намѣтилъ одинъ изъ путей для изслѣдованія, а въ другой высказалъ одно изъ величайшихъ научныхъ положеній. Но поступилъ я такъ въ виду того, что труды Менделѣева во второй изъ областей еще не вполнѣ выяснены даже на родинѣ его и значеніе ихъ понимается гораздо уже того, что они дали. Это относится къ ученію объ элементахъ. Въ ученіи же о растворахъ его основная, хотя и очень обширная по значенію, но все же не всеобъемлющая мысль столкнулась съ другою болѣе частной, но и болѣе разработанной идеей. Это столкновеніе затемнило значеніе и той и другой мысли, а потому требуетъ болѣе полнаго разбора.

Къ вопросу о растворахъ Дмитрій Ивановичъ возвращался не разъ послѣ изслѣдованія смѣсей спирта и воды (1865 г.); особенно большія работы—главнымъ образомъ перечисленія чужихъ данныхъ и частью лишь собственныхъ наблюденій были произведены въ 1884—1887 годахъ. Въ послѣднемъ появился большой трудъ: „Изслѣдованіе водныхъ растворовъ по удѣль-

ному вѣсу". Однако зачатки мыслей мы находимъ уже въ кандидатской диссертаціи объ изоморфизмѣ, гдѣ онъ рѣшается заниматься вопросами о составѣ столь сложныхъ веществъ, какъ турмалины.

Существуютъ два значенія слова: „растворъ". Одно дано атомистической (картезіанской, какъ называетъ ее Дюгемъ) школой; „растворъ" по этому мнѣнію есть смѣсь частицъ двухъ веществъ безъ всякаго вліянія ихъ другъ на друга; таковы въ идеальномъ случаѣ: смѣси благородныхъ газовъ, твердые растворы веществъ, сходныхъ по физическимъ и химическимъ свойствамъ и изоморфныя смѣси. Само собой разумѣется, такіе случаи рѣдки, обыкновенно же частицы одного тѣла оказываютъ вліяніе на частицы другого, и тогда происходитъ извѣстное взаимодѣйствіе. Другое значеніе слову „растворъ" придано Аристотелевской школой; согласно ему растворъ есть нѣчто новое, въ чемъ не сохранилось ни растворителя, ни раствореннаго тѣла.

Дм. Ив. началъ изслѣдованіе какъ разъ съ такого случая, когда свойства тѣлъ [1]) въ растворѣ чрезвычайно сильно измѣняются, и вотъ это обстоятельство заставило его принять аристотелевское воззрѣніе. Химическое взаимодѣйствіе въ растворахъ для него было очевидно. Оставалось лишь формулировать это и найти формы соединеній.

Взглядъ по существу соотвѣтствовалъ взгляду Бертолле, по которому, могло быть химическое взаимодѣйствіе и безъ опредѣленныхъ стехіометрическихъ отношеній. Но Бертолле стоялъ на чисто опытной аристотелевской—точкѣ зрѣнія, которая въ концѣ концовъ привела къ ученію о фазахъ, обходящемуся безъ атомистическихъ понятій и различія между физическими и химическими явленіями. Это ученіе, развившееся въ блистательныхъ трудахъ Гиббса, Розебума и Фантъ-Гоффа, позволило описать и установить непрерывную связь между рядомъ явленій, но не дало возможности проникнуть въ ихъ сущность. Поэтому то Дм. Ив. и пошелъ дальше этой точки зрѣнія и къ чисто опытному воззрѣнію прибавилъ атомистическую (гипотетическую) опору.

Онъ рѣшилъ, что разъ химическое взаимодѣйствіе въ растворахъ имѣется, то оно должно выражаться такими же про-

[1]) Смѣси спирта и воды, сѣрной кислоты и воды.

стыми стехіометрическими отношеніями, какъ и въ такъ называемыхъ опредѣленныхъ химическихъ соединеніяхъ.

Вопросъ о томъ, что такое опредѣленное химическое соединеніе онъ рѣшалъ такъ же, какъ рѣшали послѣ Дальтона, т. е. что это—соединеніе, образованное атомами въ простомъ кратномъ отношеніи [1]).

Однако законъ Дальтона требуетъ прерывистости вѣсовыхъ отношеній, а ихъ нѣтъ въ растворахъ. Отсюда формулировка „растворы — химическія соединенія въ состояніи диссоціаціи". Т. е. растворы сѣрной кислоты въ водѣ представляютъ смѣсь гидратовъ воды и сѣрной кислоты, какъ пары іода выше 1000^0 представляютъ смѣсь частицъ J_2 и J, находящихся въ подвижномъ равновѣсіи. Но это лишь гипотеза. Какъ доказать ее? На первый взглядъ казалось-бы, попробовать замораживать растворъ и выдѣляющіяся тѣла анализировать. Но такъ получали лишь ледъ или кристаллы растворителя или кристаллогидраты, подобные $CuSO_4+5H_2O$ (мѣдный купоросъ [2]) и лишь замораживая смѣсь съ наинизшей (эвтектической) точкой плавленія, Менделѣевъ получалъ иногда опредѣленный составъ, напр. для воды и поваренной соли $Na\,Cl\,10H_20$. Не говоря ужъ о томъ, что впослѣдствіи было выяснено значеніе эвтектическихъ точекъ и отсутствіе въ нихъ химическаго соединенія, существованіе опредѣленныхъ соединеній въ твердомъ видѣ [3]) не доказывало еще присутствія ихъ въ растворахъ. Чтобы доказать существованіе этихъ соединеній въ растворахъ, Дм. Ив. обратился къ изученію свойствъ самихъ растворовъ. Но тутъ почва оказалась очень зыбкой. Въ самомъ дѣлѣ, чтобы выводить какія либо заключенія изъ фактовъ, нужно ясно представлять физическое значеніе цифръ. Для газовъ, благодаря просто-

[1]) Формулировка опредѣленія, что такое опредѣленное химическое соединеніе, возможна, но до сихъ поръ не дана. Дальтономъ, Бертолле и Пру и современниками извѣстные вещества были по безмолвному соглашенію приняты за опредѣленныя соединенія. Потомки стали считать опредѣленными—образованныя по закону Дальтона соединенія. Получился circulus vitiosus, приведшій лицъ, не понявшихъ этого историческаго недоразумѣнія, къ непониманію и отрицанію выводовъ Дальтона (Вальдъ, Оствальдъ).

[2]) Цвѣтъ его растворовъ подтверждалъ мнѣніе Дм. Ив.

[3]) А такіе дѣйствительно оказались, но соотвѣтствуютъ высшимъ точкамъ плавленія (дистектическимъ).

тѣ кинетической теоріи эти соотношенія болѣе или менѣе ясны, но для жидкостей кинетическая теорія съ разными молекулами такъ сложна, что дѣлать выводы слишкомъ трудно. Дм. Ив. остановился на зависимости удѣльнаго вѣса отъ состава раствора, такъ какъ удѣльные вѣса были довольно тщательно изслѣдованы для многихъ растворовъ. Пересчитавъ данныя для сѣрной кислоты, онъ увидалъ, что зависимости удѣльнаго вѣса отъ состава нельзя выразить ни параболическими, ни гиперболическими, ни логариѳмическими функціями, но что зависимость измѣненія производной удѣльнаго вѣса отъ состава довольно просто выражается въ видѣ ломаной линіи. Точки излома онъ нашелъ близкими къ опредѣленнымъ химическимъ соединеніямъ и сталъ считать существованіе послѣднихъ доказаннымъ. Часть этихъ соединеній ($H_2SO_4 2H_2O$, $H_2SO_4 H_2O$, H_2SO_4) были установлены инымъ путемъ; но Пикерингомъ было показано, что выводъ Менделѣева произволенъ, что, взявъ вмѣсто первой вторую производную, можно получить иные изломы и что получаются соединенія съ фантастическими вѣсовыми отношеніями [1]). Значеніе теоріи Дм. Ив. состоитъ въ томъ, что онъ опредѣленно всталъ на атомистическую точку зрѣнія и строго и послѣдовательно развивалъ взглядъ, что двѣ частицы, состоящія изъ атомовъ, должны оказывать вліяніе другъ на друга. Привожу его подлинныя слова: „Признавая внутреннее движеніе и въ то же время ясно отличая частицы, какъ единицы одного порядка, подобныя напримѣръ солнечной системѣ, отъ атомовъ, какъ единицъ другого порядка, подобныхъ напримѣръ планетамъ и ихъ спутникамъ, нельзя мыслить подвижность однихъ единицъ при относительной неподвижности другихъ. Зависимость направленія и даже самаго существованія химическихъ превращеній отъ физическихъ условій, особенно отъ температуры и электричества—съ одной стороны, а другой—вліяніе состава частицъ или составляющихъ атомовъ на физическія свойства тѣлъ, съ несомнѣнною очевидностью утверждаютъ соотношеніе и обоюдную связь движенія частицъ и атомовъ. Это соотношеніе становится ожидаемымъ при томъ сравненіи—атомовъ съ планетами, а частицъ съ ихъ системою,—которое выражаетъ

---

[1]) Впрочемъ, и самъ Менделѣевъ получилъ точку перелома, соотвѣтствовавшую гидрату со 150 част. воды.

въ простѣйшемъ видѣ совокупность свѣдѣній о природѣ и скрѣпляетъ общую связь“ [1]).

Такимъ образомъ для Менделѣева несомнѣнно постоянное вліяніе одной частицы на другую, и разъ онѣ близки одна къ другой, то должны нарушать подвижное равновѣсіе установившееся въ каждой изъ нихъ подобно тому, какъ луна производитъ своимъ притяженіемъ приливы и отливы земныхъ океановъ.

Но онъ упустилъ изъ виду, что при сближеніи однородныхъ частицъ (напр. при сгущеніи паровъ бензола), если такое взаимодѣйствіе и произойдетъ, то его не называютъ химическимъ взаимодѣйствіемъ. Болѣе того, вступленіе инородныхъ частицъ иногда не нарушаетъ равновѣсія, хотя бы въ изоморфныхъ смѣсяхъ и, можно заранѣе быть увѣреннымъ, въ смѣсяхъ двухъ близкихъ по свойствамъ тѣлъ, хотя бы изомеровъ одинаковыхъ функцій. Вотъ эту основную физическую картину раствора Дм. Ив. упустилъ изъ виду, обративъ главное вниманіе на химическую сторону явленія. Такимъ образомъ гидратная теорія растворовъ Дм. Ив. не есть теорія растворовъ. Настоящая теорія была дана Фантъ-Гоффомъ. Она такъ же теорія идеальная для немногихъ сравнительно случаевъ. Она разбираетъ физическую сторону вопроса: распредѣленіе частицъ одного тѣла между частицами другого. Для Дм. Ив. это какъ бы разумѣлось само собой и теорія Фантъ-Гоффа была встрѣчена имъ съ восторгомъ. Что касается до картины взаимодѣйствія разнородныхъ частицъ въ растворѣ, то Дм. Ив. признавалъ ее сложнѣе того опредѣленія, которое я привелъ выше. „Диссоціацію и обмѣнное разложеніе, говоритъ онъ, я признаю во всякомъ растворѣ“ [2]). Вотъ это послѣднее и есть собственно формулировка его взгляда на растворы. Онъ считалъ, что въ „удѣльномъ вѣсѣ нашелъ для этихъ понятій много индукцій“ [3]); мы уже видѣли къ чему привелъ методъ Дм. Ив. въ рукахъ Пикеринга, когда тотъ довелъ опытную разработку до конца. Такимъ образомъ опытная сторона изслѣдованій о растворахъ

---

[1]) Ж. Р. Х. О. 18. 8 Замѣтка о вліяніи прикосновенія на ходъ химическихъ реакцій.

[2]) Ж. Р. Х. О. 21. 198 Замѣтка о диссоціаціи растворенныхъ веществъ.

[3]) Loco Cit.

не дала несомнѣнныхъ доказательствъ существованія опредѣленныхъ гидратовъ. Да и самое положеніе: „опредѣленное соединеніе въ состояніи диссоціаціи“ страдаетъ извѣстною неопредѣленностью. Однако теоретическая сторона его разсужденій оказывается чрезвычайно важной: 1) потому что взаимодѣйствіе частицъ для него было несомнѣннымъ и 2) потому что для него механическое нарушеніе притяженіемъ было равносильно химическому нарушенію цѣлости частицы [1]).

Такимъ образомъ, согласно Менделѣеву раствореніе есть: 1) распредѣленіе частицъ одного тѣла въ промежуткахъ между частицами другого [2]), 2) образованіе и диссоціація соединеній съ растворителемъ и 3) обмѣнное разложеніе частицъ растворителя съ частицами растворённаго тѣла. Эти соображенія были теоретическими, они не дали реальныхъ результатовъ и потому мало цѣнятся въ наше время, когда такъ преклоняются предъ рядами чиселъ. Но вліяніе эти мысли (особенно разсѣянныя въ мелкихъ замѣткахъ) оказали, и несомнѣнно, что англо-американская школа не перестаетъ ихъ разрабатывать и съ каждымъ днемъ становится вѣроятнѣе, что аномаліи растворовъ зависятъ именно отъ химическаго взаимодѣйствія частицъ, одна изъ формъ котораго есть образованіе гидратовъ.

(*Продолженіе слѣдуетъ*).

---

[1]) Въ этомъ отношеніи формулировка Дм. Ив. совершеннѣе Оствальдовской формулировки: „частицы диссоціированы химически, но связаны электрически“. Послѣдняя есть шагъ назадъ, потому что разница между химическими и электрическими силами болѣе чѣмъ сомнительна. Надо сказать, что теорія растворовъ Аррениуса имѣетъ громадную выгоду по сравненію съ Менделѣевской, какъ весьма плодотворная рабочая гипотеза.

[2]) Этой части онъ почти не коснулся, признавъ теорію Фантъ-Гоффа. Хотя въ рукахъ у него и было очень остроумное наведеніе, какъ уменьшеніе объема при смѣшеніи сыпучихъ тѣлъ разной величины зерна. (Ж. Р. Х. О. 16.643.1884).

Кристаллическія жидкости.

В. И. Лучицкій.

Къ числу кристаллическихъ жидкостей, характеризующихся тѣмъ, что, обладая свойствами тѣлъ анизотропныхъ, онѣ никогда не обладаютъ формой кристалловъ, но всегда являются капельно-жидкими, принадлежитъ рядъ веществъ, обладающихъ въ общемъ въ высшей степени сходными свойствами, почему Леманнъ, описывая ихъ, останавливался почти исключительно на описаніи одной изъ нихъ, именно пара-азоксифенетола,

$$C_2H_5O\,.\,C_6H_4-\underset{\substack{\bigvee \\ O}}{N-N}-C_6H_4\,.\,C_2H_5O.$$

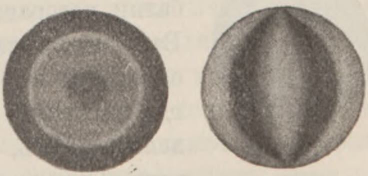
Если нѣсколько кристалликовъ пара-азоксифенетола нагрѣвать на совершенно чистомъ предметномъ стеклышкѣ, покрывъ ихъ покровнымъ стеклышкомъ, то въ поляризованномъ свѣтѣ, при скрещенныхъ николяхъ, можно замѣтить, что игольчатые кристаллики, остающіеся частью свѣтлыми и окрашенными въ зависимости отъ толщины, частью же темными, при 137,5° С., температурѣ трансформаціи, переходятъ въ новую модификацію, сохраняя притомъ первичную форму; эти новые кристаллики опять кажутся однородными, но сильнѣе двоякопреломляютъ и, какъ показываетъ опытъ съ прижатіемъ покровнаго стеклышка, обладаютъ совершенно жидкой консистенціей. Сохранившаяся гомогенность указываетъ на то, что молекулы и въ новой модификаціи располагаются взаимно параллельно. При болѣе сильномъ нагрѣваніи до 168° С. оптически анизотропная жидкость внезапно переходитъ въ оптически изотропную. При охлажденіи получаются снова жидкіе кристаллы. Причина того, что въ данномъ случаѣ въ жидкомъ кристаллѣ сохраняется прежняя оріентировка, объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что молекулы, находящіяся близъ стекла, удержи-

ваются послѣднимъ въ первоначальномъ положеніи и при неподвижномъ состояніи жидкости вліяютъ на остальныя.

Иного рода явленія наблюдаются въ томъ случаѣ, если переходъ изъ твердаго состоянія въ жидкое происходитъ при возможности свободнаго передвиженія въ жидкости. Въ такомъ случаѣ азоксифенетолъ даетъ мутную, опалисцирующую жидкость, сильно двоякопреломляющую, которая затѣмъ при вполнѣ опредѣленной температурѣ переходитъ въ изотропную. Мутная жидкость соотвѣтствуетъ вышеописанной жидкой кристаллической модификаціи, причемъ мутноватость обусловлена тѣмъ, что жидкость состоитъ изъ смѣси различно оріентированныхъ мелкихъ капелекъ.

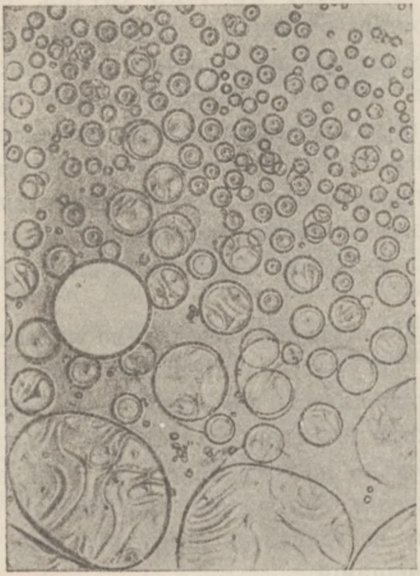
Чтобы получить послѣднія отдѣльно, необходимо устранить вліяніе предметнаго стекла, для чего къ препарату подмѣшиваютъ ничтожное количество канифоли или оливковаго масла; въ такомъ случаѣ при переходѣ изъ твердаго состоянія въ жидкое первичное положеніе молекулъ не сохраняется и, подъ вліяніемъ поверхностнаго натяженія, образуются шаровидныя капельки, въ которыхъ ни разу не удавалось подмѣтить хотя бы слѣдовъ кристаллическихъ очертаній.

Получаемыя капельки вполнѣ прозрачны и въ обыкновенномъ свѣтѣ обнаруживаютъ характерную структуру. Если препаратъ достаточно толстъ, то въ центрѣ каждой капли, при извѣстномъ освѣщеніи, наблюдается черное пятнышко, окруженное сѣрымъ кругомъ. Діаметръ, который проходитъ черезъ это пятно, Леманнъ называетъ осью симметріи и положеніе, при которомъ ось симметріи вертикальна, Леманнъ называетъ первымъ главнымъ положеніемъ, (фиг. 1). Во второмъ главномъ положеніи, (фиг. 2), которое чаще всего наблюдается въ болѣе тонкихъ препаратахъ, капельки повернуты на 90° и ось симметріи параллельна плоскости поля зрѣнія, (см. также фиг. 3). Въ послѣднемъ случаѣ капелька, благодаря явленіямъ полнаго внутренняго отраженія, производитъ такое впечатлѣніе, какъ если бы внутри шара находилась двояковыпуклая линза иного показателя преломленія, чѣмъ остальная масса.



Фиг. 1. Фиг. 2.

Въ поляризованномъ свѣтѣ капелька обнаруживаетъ плеохроизмъ: каждая капля въ первомъ главномъ положеніи кажется состоящей изъ четырехъ квадрантовъ, попеременно желтыхъ и безцвѣтныхъ, причемъ квадранты не располагаются симметрично по отношенію къ сѣченію поляризатора. Если же вмѣсто поляризатора, находящагося подъ препаратомъ, взять анализаторъ, располагающійся надъ нимъ, то для того, чтобы квадранты сохранили ту же окраску, необходимо повернуть анализаторъ на 90⁰ по отношенію къ первоначальному положенію поляризатора (фиг. 4).



Фиг. 3.

При скрещенныхъ николяхъ въ капляхъ, находящихся въ первомъ главномъ положеніи, если только онѣ достаточно малы, наблюдается черный крестъ, балки котораго параллельны сѣченіямъ николей. Въ болѣе толстыхъ препаратахъ балки креста окрашены въ красный или зеленый цвѣта, иногда наружные концы балокъ окрашены въ зеленый цвѣтъ, внутренніе въ красный и наоборотъ. Если же анализаторъ повернуть на нѣкоторый уголъ, то балки креста становятся почти совершенно черными; Леманнъ объясняетъ это соотвѣтствующимъ расположеніемъ молекулъ вокругъ оси симметріи, но явленіе все же остается не вполнѣ объяснимымъ фиг. 5.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

Если же капелька находится во второмъ главномъ положеніи, она также обнаруживаетъ плеохроизмъ: при вращеніи ея при одномъ поляризаторѣ она становится по-

перемѣнно то желтой, то безцвѣтной; при вращеніи между скрещенными николями она попеременно то просвѣтляется, то угасаетъ. Если капельку осторожно прижать покровнымъ стеклышкомъ, она деформируется и оптическія свойства ея при этомъ измѣняются: при одномъ николѣ наблюдается бѣлое поле въ средней части капли, окруженное желтой каймой или наоборотъ; при скрещенныхъ николяхъ выступаетъ черный крестъ съ весьма широкими балками.

Въ высшей степени интересны явленія, наблюдаемыя при нагрѣваніи препарата снизу, если устанавливается болѣе или менѣе значительная разница въ температурахъ нижней части препарата и верхней. Кристаллическія капли начинаютъ вращаться, сперва медленно, затѣмъ быстрѣе, въ особенности, если онѣ находятся во второмъ положеніи, притомъ всегда противъ часовой стрѣлки. Такъ какъ края вращаются быстрѣе, чѣмъ центральная часть, въ капляхъ, находящихся въ первомъ главномъ положеніи, крестъ, наблюдаемый при скрещенныхъ николяхъ, превращается въ спиральный крестъ. Въ капляхъ же, находящихся во второмъ главномъ положеніи, внутренняя линза искривляется и получаетъ форму буквы S.

Помѣщенная въ магнитномъ полѣ капелька принимаетъ такое положеніе, что ось симметріи располагается параллельно направленію магнитныхъ силъ; при горизонтальномъ магнитномъ полѣ всѣ капельки принимаютъ второе главное положеніе, при вертикальномъ—первое, совершенно аналогично твердымъ кристалламъ, свободно подвѣшеннымъ въ магнитномъ полѣ. Если же капельки не въ состояніи повернуться всей своей массой, то лишь одна сторона ихъ принимаетъ новое положеніе; но такъ какъ молекулярное дѣйствіе обратно магнитному, то послѣ прекращенія дѣйствія послѣдняго капли принимаютъ первоначальное положеніе. Явленіе это совершенно аналогично тому, существованіе котораго предполагается въ намагниченномъ желѣзѣ.

При соприкосновеніи двухъ капелекъ происходитъ ихъ сліяніе, подобно каплямъ оливковаго масла, причемъ нѣкоторое время послѣ сліянія каждая половина сохраняетъ свою структуру и самое сліяніе происходитъ крайне разнообразно. Чаще всего наблюдается, что при первомъ главномъ положеніи между двумя срединными пунктами появляется новый, называемый Леманномъ пунктомъ сліянія; если число слившихся капелекъ

велико, то число такихъ точекъ сліянія на одно менѣе числа слившихся капелекъ. Въ другихъ случаяхъ образованіе новаго ядра не происходитъ и обѣ слившіяся капли разграничены прямой, довольно рѣзко выраженной линіей. Послѣ окончательнаго сліянія получаются большія капли съ одной срединной точкой.

На основаніи собранныхъ имъ данныхъ, Леманнъ считаетъ возможнымъ вывести даже кристаллическую систему капелекъ, относя ихъ къ сфеноидическому (гемиморфному) классу моноклинической системы. Однако, съ мнѣніемъ Леманна нельзя согласиться, такъ какъ въ капляхъ молекулы располагаются не взаимно параллельными рядами.

Описанныя свойства кристаллическихъ жидкостей, также и мутное состояніе ихъ, объясняются различно. Тамманъ предполагаетъ, что въ данномъ случаѣ имѣется не чистая жидкость, но смѣсь двухъ жидкостей въ состояніи эмульсіи, а анизотропность обусловлена деполяризаціей свѣта благодаря присутствію взвѣшенныхъ капелекъ. Онъ подтверждаетъ свое мнѣніе изученіемъ пара-азоксианизола, который онъ поддерживалъ въ продолженіи 30—40 часовъ при 118° С. и въ концѣ концовъ получилъ двѣ жидкости; позже, однако, оказалось, что Тамманъ имѣлъ въ своемъ распоряженіи не вполнѣ чистые препараты, состоящіе изъ смѣси пара-азоксианизола и параазоанизола, которые оба даютъ кристаллическія жидкости.

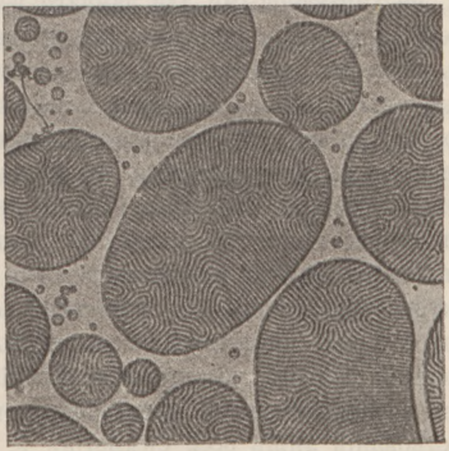
Въ настоящее время, послѣ опыта Шенка и др., можно считать установленнымъ, что мы имѣемъ дѣло не съ эмульсіями; подвергая кристаллическія жидкости дѣйствію центробѣжной силы, Шенкъ не наблюдалъ раздѣленія ихъ на слои; далѣе онъ показалъ, измѣряя интенсивность абсорбціи, что послѣдняя остается постоянной, пока имѣется кристаллическая жидкость, но внезапно измѣняется, если послѣдняя переходитъ въ изотропную жидкость или же въ твердое тѣло. Существуетъ также рѣзкая прерывность въ точкѣ плавленія и во вязкости двоякопреломляющей жидкости. Между тѣмъ въ эмульсіяхъ вязкость при нагрѣваніи постепенно уменьшается и не наблюдается скачка при переходѣ ея въ прозрачную жидкость. Точно такъ же и плотность кристаллическихъ жидкостей при нагрѣваніи постепенно уменьшается и при переходѣ въ изотропную наблюдается рѣзкій скачокъ, послѣ чего дальнѣйшее уменьшеніе плотности происходитъ снова постепенно.

Наконецъ, наблюденія Гюлле показали, что давленіе оказываетъ вліяніе на температуру плавленія и трансформаціи въ томъ смыслѣ, что эти температуры повышаются съ повышеніемъ давленія.

Всѣ эти данныя говорятъ противъ гипотезы Таммана и въ пользу того, что кристаллическія жидкости дѣйствительно обладаютъ кристаллическимъ строеніемъ; оптическія свойства ихъ подтверждаютъ тоже, такъ какъ мало отличаются отъ тѣхъ, которыя наблюдаются въ тонкихъ пластинкахъ твердыхъ кристаллическихъ тѣлъ.

Примѣсь нѣкоторыхъ веществъ значительно измѣняетъ свойства кристаллическихъ жидкостей, если только эти тѣла, какъ напр. гидрохинонъ, тимолъ, бензофенонъ и др., легко растворяются въ нихъ. Температура трансформаціи и плавленія при этомъ понижаются, притомъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше примѣшано постороннихъ веществъ.

Кристаллическія жидкости могутъ смѣшиваться другъ съ другомъ въ различныхъ отношеніяхъ и при отвердѣваніи онѣ даютъ иногда твердые кристаллы, представляющіе собою изоморфныя смѣси другъ съ другомъ; въ другихъ же случаяхъ, когда при отвердѣваніи получаются не изоморфные твердые кристаллы, на смѣсь двухъ кристаллическихъ жидкостей мы уже не можемъ смотрѣть, какъ на изоморфную смѣсь, но какъ на простую смѣсь двухъ смѣшивающихся другъ съ другомъ жидкостей.



Фиг. 6.

Леманнъ описалъ также полужидкія кристаллическія капли, которыя получаются въ томъ случаѣ, когда къ кристаллической жидкости, напр. къ жидкому азоксифенетолу, будетъ примѣшанъ въ большомъ количествѣ пластичный этиловый эфиръ

холестерина; капли такой смѣси обладаютъ эллиптическими очертаніями, иногда даже цилиндрическими съ заостренными концами. Часто можно наблюдать, что капли, образованныя изъ смѣсей кристаллическихъ жидкостей, состоятъ изъ большого числа тонкихъ пластинокъ равной толщины, вслѣдствіе чего капли тонко штриховаты; разстоянія между штрихами могутъ быть настолько малы, что даже при самыхъ сильныхъ увеличеніяхъ онѣ болѣе не различимы и тогда ихъ присутствіе узнается по своеобразнымъ красивымъ цвѣтовымъ явленіямъ, обычнымъ при опытахъ съ диффракціонной рѣшеткой (фиг. 6).

Открытіе высоко пластичныхъ кристалловъ съ одной стороны, кристаллическихъ жидкостей съ другой, существенно измѣняетъ наши представленія о структурѣ кристаллическаго вещества.

Однимъ изъ наиболѣе характерныхъ признаковъ кристаллическаго вещества считалась обыкновенно внѣшняя форма его и подчиненіе расположенія граней, ограничивающихъ кристаллъ, законамъ постоянства угловъ, раціональныхъ отношеній, закону симметріи. Однако, внѣшняя форма далеко не всегда является характернымъ признакомъ, такъ какъ грани могутъ нерѣдко совершенно отсутствовать, какъ напр. въ неправильныхъ зернахъ кварца гранита, или же могутъ быть обусловлены причинами, не характерными для даннаго вещества (псевдоморфозы). Усовершенствованіе методовъ изслѣдованія кристалловъ, главнымъ образомъ оптическихъ, дало возможность установить, что для кристаллическаго вещества наиболѣе характернымъ является то, что физическія свойства въ параллельныхъ направленіяхъ одинаковы, въ направленіяхъ же не параллельныхъ въ общемъ различны. Исходя изъ этого наблюденія вывели заключеніе, что кристаллы состоятъ изъ молекулъ, располагающихся параллельными рядами, образуя пространственныя рѣшетки, причемъ самыя молекулы, образующія эти рѣшетки, состоятъ каждая изъ нѣкотораго числа химическихъ молекулъ и обладаютъ извѣстной симметріей. Исходя изъ такого положенія мы можемъ вывести всѣ законы, наблюдаемые въ кристаллахъ, и показать возможность существованія лишь осей симметріи 2, 3, 4 и 6 порядковъ.

Положеніе кристаллическихъ или сложныхъ молекулъ въ пространственныхъ рѣшеткахъ обусловлено двумя причинами; а) силой сцѣпленія между молекулами и б) силой взаим-

ной оріентировки, которая заставляетъ молекулы располагаться въ опредѣленномъ положеніи одна относительно другой.

Въ твердыхъ кристаллахъ сила сцѣпленія весьма велика и потому въ нихъ молекулы располагаются въ пространственной рѣшеткѣ; внѣшнимъ выраженіемъ такого расположенія является проявленіе такъ называемыхъ прерывныхъ свойствъ, каковы образованіе граней, плоскостей спайности.

Въ пластичныхъ кристаллахъ сила сцѣпленія уменьшается, молекулы не удерживаются болѣе съ достаточной силой въ рѣшеткѣ, слѣдствіемъ чего является слабо выраженная кристаллическая форма или даже почти полное отсутствіе ея; тѣ же свойства, которыя обусловлены оріентировкой молекулъ и которыя измѣняются непрерывно съ направленіемъ, каковы оптическія свойства, выражены такъ же отчетливо, какъ и въ твердыхъ кристаллахъ.

Наконецъ, если сила сцѣпленія становится ничтожной или почти равна нулю, молекулы не располагаются болѣе въ рѣшеткѣ, хотя остаются оріентирующія силы; получаются капли сферической формы, въ которыхъ оптическія свойства обусловлены одинаковой оріентировкой молекулъ и степенью ихъ симметріи.

Эти данныя указываютъ на то, что мы должны расширить наши представленія о кристаллическомъ состояніи тѣлъ и не считать обязательнымъ для таковаго распредѣленія молекулъ въ пространственной рѣшеткѣ. Свойства кристаллическихъ жидкостей говорятъ въ пользу того, что оптическія и другія безпрерывно измѣняющіеся съ направленіемъ свойства кристаллическихъ тѣлъ обусловлены главнымъ образомъ симметріей сложныхъ молекулъ.

Кіевъ.

Нѣсколько словъ о преподаваніи физики въ средней школѣ.

В. И. Попова.

Въ послѣднее время стали часто появляться статьи о практическихъ занятіяхъ по физикѣ и химіи въ средней школѣ, напр. въ „Физическомъ Обозрѣніи", „Природа въ школѣ", „Физикъ-Любитель". Въ связи съ этимъ предметомъ затрагивается еще болѣе важный вопросъ о томъ, какъ преподавать тамъ физику и химію. Я намѣренъ привести здѣсь нѣкоторыя данныя изъ моего преподавательскаго опыта.

Начиная преподаваніе физики на дневныхъ урокахъ и химіи на вечернихъ практическихъ занятіяхъ, я задался вопросомъ: какъ мнѣ лучше всего узнать, что ученицы усваиваютъ предметъ; что я достаточно ясно разсказываю; что мои опыты, на которые я трачу столько времени и труда, достаточно убѣдительны?

Обычная повѣрка въ видѣ спрашиванія уроковъ не можетъ дать удовлетворительнаго отвѣта; распросъ устный при всемъ классѣ тоже не привелъ ни къ чему, потому что нельзя было полагаться на искренность ученицъ: нѣкоторыя смущались и боялись указывать то, чего онѣ не понимаютъ, а другія наоборотъ, желали блеснуть и, вѣроятно, преувеличивали свои познанія.

Въ виду всего этого я предпринялъ нѣчто въ родѣ статистическаго изслѣдованія, и въ то же время это оказалось прямымъ, равнымъ, всеобщимъ, а главное, тайнымъ голосованіемъ. Намѣтивши нѣкоторые вопросы вообще, я заготовилъ столько листочковъ, сколько ученицъ, и роздалъ ихъ имъ, прося вписать отвѣты [1]). Когда я получилъ листочки обратно, то по нимъ вполнѣ ясно можно было узнать, что труднѣе усваивается изъ

[1]) Это дѣлалось по желанію и не считалось обязательнымъ.

всего курса и почему. Я считаю такой способъ опроса вполнѣ раціональнымъ, если преподаватель желаетъ провѣрить свою работу, т. е. узнать, что усвоено учащимися хорошо, что плохо и что совсѣмъ не усвоено. При этомъ способѣ изслѣдованія встрѣтилось неожиданное препятствіе, котораго я совершенно не предвидѣлъ. Это—субъективность пониманія одного и того же предмета различными лицами; любопытно, что иногда человѣку кажется, что онъ правильно понялъ данный вопросъ, а оказывается, что онъ понялъ его неправильно, но этого не сознаетъ. Это всплываетъ обыкновенно въ свободной бесѣдѣ, когда ученицы задаютъ вопросы по поводу разсказаннаго. Уклоненія случаются, какъ въ одну, такъ и въ другую сторону. Напримѣръ, спрашиваютъ: а что будетъ, если мы условія опыта измѣнимъ такъ-то, и при этомъ создаютъ самыя невѣроятныя условія. Но бываетъ обратно. Стараются мысленно перелетѣть за предѣлы физическаго кабинета и вообразить, какъ все это происходило-бы, если бы это было среди природы.

Одна искренняя ученица чистосердечно созналась, что у нея складывается такое представленіе, какъ будто все это возможно только здѣсь, въ кабинетѣ съ приборами, а тамъ, въ полѣ, въ лѣсу—эти законы не имѣютъ силы.

Результатомъ такого обмѣна мыслей между мною и ученицами явились слѣдующіе выводы:

1) На вопросъ, какъ лучше итти: отъ опыта путемъ обобщенія къ выводу законовъ природы и къ построенію теоріи или гипотезы или обратно, т. е. давать сначала широкую картину на основаніи допущенія гипотезы, выводить законъ изъ гипотезы, а опытами только доказывать сказанное? Большинство отвѣтовъ было за первый способъ, но чисто математическіе умы высказывались за второй способъ.

Я думаю, что выборъ способа преподаванія зависитъ настолько же отъ предмета, насколько и отъ развитія аудиторіи. Напримѣръ, ученіе объ электрической энергіи, включая сюда и ученіе о магнитномъ полѣ, превосходно можно провести по первому способу, а ученіе о свѣтѣ по второму. Преподаваніе химіи по первому способу удобнѣе въ средней школѣ, а по второму, въ университетѣ.

2) Самый лучшій способъ преподаванія на мой взглядъ слѣдующій.

Я приготовляю къ уроку все, что нужно, и когда классъ собрался, то по алфавиту вызываю двухъ ученицъ. Разъяснивши сущность опыта, я предлагаю имъ его продѣлать. Когда опытъ конченъ, я вызываю еще двухъ ученицъ, потомъ иногда еще двухъ. Часто приходится повторять опытъ, если заявляютъ, что недостаточно ясно поняли. Такъ проходитъ урокъ. На слѣдующемъ урокѣ я снова вызываю дальше по алфавиту одну или двухъ ученицъ, которыя повторяютъ на опытѣ предыдущiй урокъ, а послѣ этого слѣдующая пара дѣлаетъ дальнѣйшiе опыты.

Этотъ способъ имѣетъ то преимущество, что каждая ученица имѣетъ возможность продѣлать хоть одинъ опытъ, а кромѣ того изложенiе не протекаетъ слишкомъ быстро, что случается, если на одинъ урокъ набирается слишкомъ много матерiала.

3) Большое значенiе я придаю еще одному обстоятельству, именно простотѣ приборовъ. Если приборъ собранъ во время урока и составленъ изъ спичечной коробочки, цвѣточнаго горшка, обрѣзка бутылки и т. д., то въ головѣ ученицы никогда не можетъ составиться ложное представленiе, что законы физики дѣйствуютъ только въ стѣнахъ физическаго кабинета.

4) Большое значенiе имѣетъ писанiе классныхъ сочиненiй по физикѣ. Напримѣръ, на одномъ урокѣ я объяснилъ устройство воздушнаго насоса, причемъ приборъ былъ разобранъ до мелочей и каждая часть была показана. На другой урокъ я задалъ сочиненiе въ классѣ: „Описанiе воздушнаго насоса“. Оказалось, что многiя ученицы, почти пол-класса, во время писанiя вставали, подходили и внимательно разсматривали различныя части насоса, т. е. только тутъ вполнѣ сознательно справлялись со своею задачею.

5) Богатѣйшiй матерiалъ для обобщенiй изъ опыта и для вывода законовъ на основанiи опытнаго матерiала представляетъ магнитное поле, гальваническiй токъ, индукцiя и статическое электричество. Напримѣръ, я самъ во время урока составилъ гальванометръ, далъ катушку и большой кусокъ намагниченнаго напильника. Въ продолженiе урока ученицы вполнѣ свободно и сознательно вывели законъ Ленца, а на другомъ урокѣ провѣрили его въ различныхъ случаяхъ.

Сложеніе и разложеніе силъ разобрали на двухъ приборахъ: пара вѣсовъ Клейбера (см. „Физикъ-Любитель“ № 1 с. г.) и трое пружинныхъ вѣсовъ на доскѣ. Послѣ того, вывели изъ опыта законъ, чему равна равнодѣйствующая, когда силы дѣйствуютъ параллельно и подъ угломъ, а затѣмъ вполнѣ сознательно рѣшали различныя задачи, которыя тутъ же провѣряли на опытѣ.

Подобнымъ же образомъ изъ опыта опредѣляли свойства различныхъ газовъ и на основаніи этихъ свойствъ выводили, какъ доказать, что получается именно этотъ, а не другой газъ.

6) Понятія объ энергіи даются трудно. Приходится давать сначала общій очеркъ, прибѣгая къ сравненію для выясненія термина *превращеніе*, а потомъ при каждомъ случаѣ напоминать и указывать.

7) Не выбрасывать остатковъ послѣ опытовъ. Напримѣръ, изъ старой жидкости для баттарей у меня сейчасъ кристаллизуются превосходные кристаллы хромовыхъ квасцовъ; отъ добыванія водорода получились кристаллы цинковаго купороса, изъ котораго потомъ мы добыли цинкъ путемъ электролиза; отъ добыванія углекислоты остался хлористый кальцій, а при добываніи соляной кислоты глауберова соль; при обмѣнномъ разложеніи этихъ солей получали гипсъ и т. д. Для яснаго и полнаго отчета это собираніе и обработка остатковъ очень важны.

Курскъ.

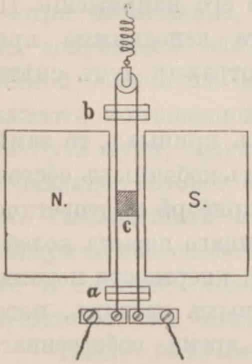
Осциллографъ.

Акціонернаго Общества Сименсъ и Гальске.

Техника до послѣдняго времени ощущала недостатокъ въ аппаратѣ, который позволялъ бы ближе ознакомиться съ особенностями перемѣннаго тока. Въ установкахъ постояннаго тока достаточно взглянуть на вольтъ—и амперметръ, чтобы составить ясное представленіе о силѣ тока, напряженіи и мощности въ любой моментъ. Совсѣмъ въ другомъ положеніи находится техника перемѣннаго тока: здѣсь надо къ вышеназваннымъ инструментамъ добавить по крайней мѣрѣ еще ваттметръ, служащій для показанія мощности. Въ дальнѣйшемъ и этихъ трехъ приборовъ для перемѣннаго тока оказывается недостаточнымъ, и вотъ почему: всѣ перечисленные приборы показываютъ среднія величины перемѣннаго тока, между тѣмъ какъ мгновенныя величины остаются совершенно неопредѣленными. Въ настоящее время зависимость между мгновенными величинами перемѣннаго тока можетъ быть получена въ видѣ кривыхъ при помощи прибора, изготовляемаго фирмою Сименсъ и Гальске и носящаго названіе „осциллографа" или записывателя колебаній. Въ техникѣ постояннаго тока осциллографъ можетъ быть полезенъ при рѣшеніи нѣкоторыхъ вопросовъ, остающихся до послѣдняго времени открытыми; не меньшую услугу оказываетъ этотъ приборъ и техникѣ слабыхъ токовъ; короче говоря, осциллографъ является приборомъ универсальнымъ для всей электротехники.

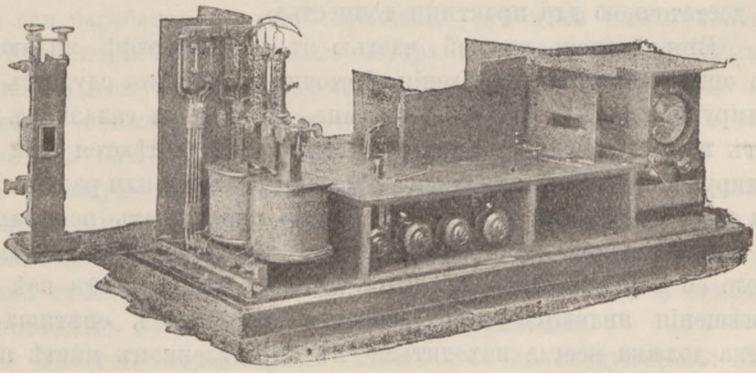
Приступая къ разсмотрѣнію главнѣйшихъ составныхъ частей прибора, замѣтимъ, что при помощи осциллографа кривыя силы тока и напряженія могутъ быть либо непосредственно наблюдаемы глазомъ, либо автоматически отпечатаны на свѣточувствительной лентѣ. Главнѣйшую часть прибора составляетъ гальванометръ, который построенъ такъ, что можетъ слѣдить съ достаточной на практикѣ быстротою и точностью за измѣненіями перемѣннаго тока. Здѣсь могутъ имѣть примѣненіе оба типа обыкновенно употребляемыхъ гальванометровъ, т. е. какъ галь-

ванометры съ подвижной магнитной стрѣлкой такъ, и гальванометры системы Депре-д'Арсонваля. Фирма Сименсъ и Гальске въ изготовляемыхъ ею осциллографахъ примѣняетъ гальванометры системы Депре-д'Арсонваля, которые отличаются отъ обыкновенныхъ зеркальныхъ главнымъ образомъ необычайной легкостью подвижной системы; ея вѣсъ меньше полумиллиграмма. Принципъ устройства осциллографа, какъ впервые было указано проф. Блонделемъ въ Парижѣ, совершенно ясно представленъ на фиг. 1. Въ искусственномъ сильномъ магнитномъ полѣ $N\,S$ натянута тонкая проволока. Внизу эта проволока своими концами крѣпко прикрѣплена къ двумъ подводящимъ токъ зажимамъ, а вверху она перекинута черезъ небольшой подвижной блокъ, который натягивается пружиной. Подъ проволокой подложены двѣ перекладины a, b, а между проволоками прикрѣплено маленькое зеркальце c. Площадь зеркальца немного меньше 1 mm².



Фиг. 1.

Проволока приготовляется изъ матеріала, обладающаго постоянными физическими свойствами, и натягивается возможно сильнѣе. Вся подвижная система, включая и приспособленія для натяженія, для предохраненія отъ разнаго рода случайностей, задѣлывается въ трубку. Собранная такимъ образомъ часть прибора, извѣстная подъ именемъ измѣрительной петли, помѣщается въ пространство между полюсами $N\,S$ сильнаго электромагнита, фиг. 2. Измѣрительная петля при помощи


Фиг. 2. Общій видъ внутренняго устройства осциллографа.

двухъ винтовъ можетъ быть установлена около вертикальной оси, а весь электромагнитъ кромѣ того можетъ вращаться около горизонтальной оси; такимъ образомъ получается возможность точно установить свѣтлую точку на высотѣ оси синхроннаго мотора, приводящаго въ движеніа насаженный на его оси барабанъ съ свѣточувствительной лентой. Въ послѣднее время въ осциллографахъ устанавливаются двѣ измѣрительныхъ петли, чтобы дать возможность получать для данной цѣли одновременно двѣ кривыхъ, кривую силы тока и кривую его напряженія. На одномъ изъ наконечниковъ электромагнита неподвижно прикрѣпляется маленькое зеркальце, которое отражая лучъ свѣта, служитъ для полученія оси абсциссъ.

Что касается отчетливости получаемыхъ кривыхъ, то замѣтимъ, что здѣсь оказываетъ вліяніе цѣлый рядъ побочныхъ обстоятельствъ. Исходнымъ пунктомъ сужденія о приборѣ съ теоретической точки зрѣнія служитъ величина собственнаго періода колебаній гальванометра, которая и служитъ мѣрой инертности подвижной системѣ. Въ нормальныхъ измѣрительныхъ петляхъ, изготовляемыхъ фирмой Сименсъ и Гальске, время собственнаго полнаго періода колебаній подвижной системы всегда бываетъ равно $^1/6.10^3$ сек. Можно устроить приборы и съ большимъ числомъ собственныхъ колебаній въ сек., но это является безцѣльнымъ и съ практической точки зрѣнія непріемлемымъ, такъ какъ примѣняемыя въ этомъ случаѣ подвижныя части оказываются очень чувствительными къ разнаго рода случайностямъ. Обыкновенно аппараты съ 5000 полныхъ собственныхъ колебаній въ сек. даютъ показанія для перемѣннаго тока въ 50 періодовъ съ достаточною для практики точностью.

Второй очень важной частью въ осциллографѣ являются его оптическія приспособленія. Источникомъ свѣта служитъ регулируемая отъ руки дуговая лампа, которая на салазкахъ можетъ выдвигаться изъ аппарата. При лампѣ имѣются три регулирующихъ винта: первымъ — можно сближать или раздвигать оба угла одновременно; вторымъ можно перемѣщать всю лампу по вертикальному направленію, и третьимъ поворачивать лампу около ея вертикальной оси. При установкѣ лампы эти всѣ перемѣщенія являются необходимыми, такъ какъ свѣтящаяся точка должна всегда находиться въ опредѣленномъ мѣстѣ пространства. Лампа обслуживается обыкновенно постояннымъ то-

комъ, но для ея функціонированія можно примѣнять также и перемѣнный. Свѣтъ проходитъ въ аппаратъ черезъ одну или двѣ щели и при помощи системы зеркалъ и линзъ направляется на зеркальце измѣрительной петли и отразившись отъ него, направляется на вращающійся барабанъ, на который намотана чувствительная фотографическая лента. Обыкновенно передъ фотографическимъ записываніемъ кривыхъ ихъ предварительно разсматриваютъ глазомъ, субъективно или объективно, смотря по желанію, такъ какъ осциллографъ, какъ уже сказано, допускаетъ оба рода наблюденія. Переходъ отъ фотографической записи къ наблюденію глазомъ достигается тѣмъ, что при нажатіи помѣщенной на верхней крышкѣ осциллографа кнопки, на пути луча, идущаго отъ измѣрительной петли, появляется зеркальце, которое и отклоняетъ лучъ въ сторону отъ барабана. Отклоненный такимъ образомъ лучъ направляется па цилиндрическое особаго устройства тѣло, насаженное на ось мотора, и кривыя, являющіяся для глаза оптическимъ обманомъ, представляются какъ бы расположенными на воздухѣ.

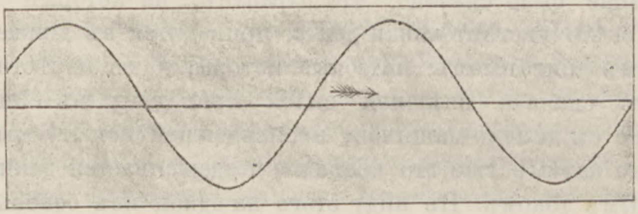
Выше было сказано, что барабанъ, на который наматывается свѣточувствительная лента, приводится въ движеніе синхроннымъ двигателемъ; подобные моторы, какъ извѣстно, должны быть сначала внѣшней силой приведены въ синхронное вращеніе съ динамо-машиной, производящей испытуемый токъ, и только затѣмъ уже это вращеніе поддерживается даннымъ перемѣннымъ токомъ. Въ виду этого на одной изъ боковыхъ стѣнокъ осциллографа имѣется рукоятка, вращеніемъ коей первоначально и приводится въ движеніе моторъ и насаженный на его оси барабанъ; скорость вращенія рукоятки увеличивается до тѣхъ поръ, пока движеніе мотора не станетъ синхроннымъ. Моментъ наступленія синхроннаго движенія легко узнается при помощи самыхъ же кривыхъ, которыя съ наступленіемъ синхронизма кажутся для глаза неподвижными.

Важную часть осциллографа составляетъ также и приспособленіе для автоматической отмѣтки времени на лентѣ, гдѣ получаются кривыя. Эта часть прибора конструирована такъ, что время отмѣчается только при движеніи барабана, и отмѣтки происходятъ независимо отъ скорости вращенія.

Дѣйствіе осциллографа заключается въ слѣдующемъ: если въ измѣрительной петлѣ тока нѣтъ, и барабанъ не вращается,

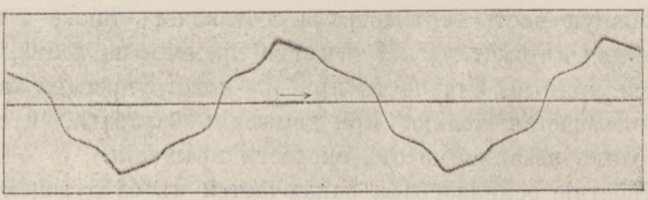
то свѣтлая точка на фотографической лентѣ остается неподвижною; если же въ измѣрительной петлѣ тока нѣтъ, а барабанъ вращается, то свѣтлая точка на фотографической лентѣ растягивается въ прямую линію, перпендикулярную къ образующимъ барабана. Если барабанъ неподвиженъ, но по измѣрительной петлѣ проходитъ перемѣнный токъ, то свѣтлая точка на лентѣ растягивается въ прямую параллельную образующимъ барабана. Перемѣщенія свѣтлой точки согласуются въ этомъ случаѣ съ перемѣщеніями зеркальца измѣрительной петли, которыя въ свою очередь обусловливаются колебаніями перемѣннаго тока. Наконецъ, можно одновременно пропускать перемѣнный токъ въ измѣрительную петлю и вращать барабанъ, тогда на свѣточувствительной лентѣ получается волнообразная кривая, которая обнаруживаетъ законъ колебанія свѣтовой точки, т. е. другими словами законъ измѣненія перемѣннаго тока.

Въ заключеніе этого краткаго описанія осциллографа мы приведемъ нѣсколько кривыхъ, полученныхъ фирмой Сименсъ и Гальске при работахъ съ этимъ аппаратомъ. Фиг. 3 пред-



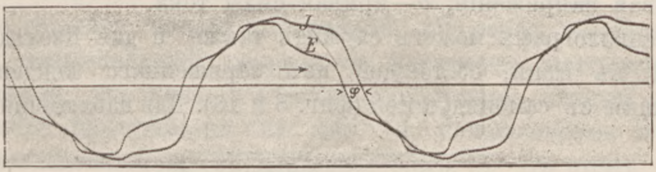
Фиг. 3.

ставляетъ кривую напряженія на зажимахъ современнаго генератора Сименсъ-Шуккерта при полной безъиндукціонной нагрузкѣ; точныя изслѣдованія этой кривой показали, что она не болѣе какъ на толщину линіи отличается отъ теоретической синусоиды. Фиг. 4 представляетъ кривую напряженія у зажимовъ



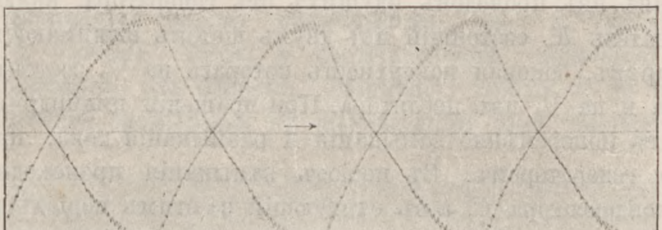
Фиг. 4.

дуговой лампы осциллографа, питаемой перемѣннымъ токомъ; на этой фотографіи ясно замѣтны періодическія измѣненія въ накаливаніи концовъ углей, потому что въ мѣстахъ, соотвѣтствующихъ максимальному току, не только кривая, но также и ось абсциссъ, отпечатываются нѣсколько темнѣе. Фиг. 5 пред-



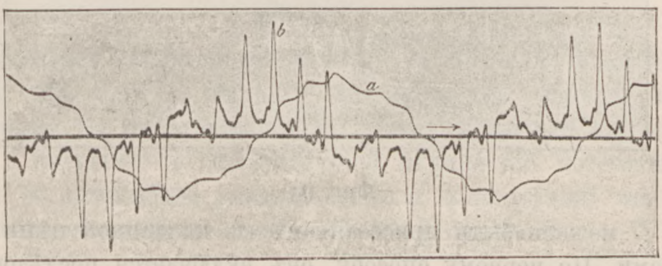
Фиг. 5.

ставляетъ кривыя силы тока и напряженія синхроннаго мотора; кривая силы тока J сдвинута относительно кривой напряженія E на величину φ, которую легко опредѣлить. Особенно интересно, что характеръ кривой силы тока тотъ же, что и кривой напряженія, только кривая силы тока приподнята въ правой части и понижена въ лѣвой. Фиг. 6 представляетъ кри-



Фиг. 6.

выя напряженій у зажимовъ первичной и вторичной обмотокъ трансформатора. Фиг. 7 представляетъ кривую напряженія у



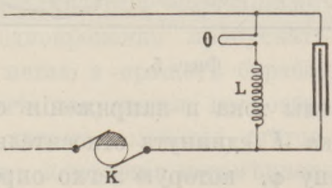
Фиг. 7.

зажимовъ конденсатора и кривую силы тока. Форма полученныхъ въ этомъ случаѣ кривыхъ вполнѣ доказываетъ справедливость уравненія:

$$J = C \frac{dE}{dt},$$

a—кривая напряженія, *b*—кривая силы тока.

Осциллографъ можетъ служить также и для изслѣдованія явленій въ цѣпи, состоящей изъ заряженнаго конденсатора и катушки съ самоиндукціей (фиг. 8 и 10). Для наблюденія этихъ



Фиг. 8.

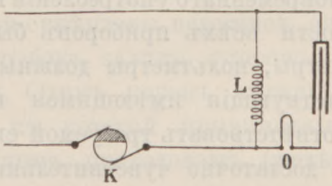
явленій составляется цѣпь изъ генератора, катушки съ самоиндукціей *L* и параллельно включеннаго съ ней конденсатора *C*. Въ одинъ изъ проводовъ, идущихъ отъ генератора, включается прерыватель *K*, состоящій изъ двухъ щетокъ нажимающихъ на цилиндрикъ, боковая поверхность котораго на $^1/_3$ состоитъ изъ металла и на $^2/_3$ изъ изолятора. При вращеніи цилиндрика происходятъ поперемѣнно замыканія и размыканія тока, производимаго генераторомъ. Въ періодъ замыканія происходитъ зарядъ конденсатора *C*, а въ слѣдующій за этимъ періодъ размыканія наступаетъ колебательный разрядъ въ цѣпи, состоящей изъ конденсатора *C* и катушки съ самоиндукціей *L*. Осциллографъ *O* может быть присоединенъ къ названной цѣпи двумя



Фиг. 9.

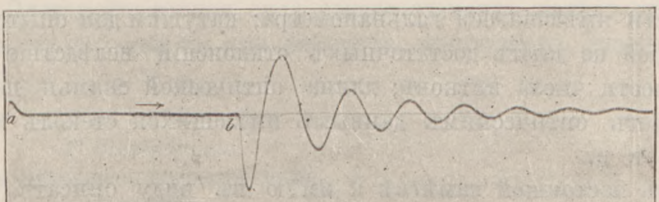
графъ *O* можетъ быть присоединенъ къ названной цѣпи двумя способами. По первому способу онъ включается послѣдователь-

но съ катушкой, такъ что конденсаторъ C оказывается включеннымъ параллельно имъ обоимъ. Схема соединенія представлена на фиг. 8. Въ этомъ случаѣ получается колебаніе, изображенное на фиг. 9. Точка a соотвѣтствуетъ началу замыканія; часть кривой отъ a до b указываетъ на постепенное усиленіе силы тока въ катушкѣ съ самоиндукціей, причемъ точка b соотвѣтствуетъ моменту начала размыканія. Съ этого момента начинается колебательный разрядъ съ постепенно уменьшающеюся амплитудой, что ясно и указывается кривой. Второй способъ соединенія представленъ на фиг. 10. Осциллографъ O включенъ послѣдовательно съ конденсаторомъ C. Въ этомъ случаѣ



Фиг. 10.

получается кривая фиг. 11. Въ моментъ наступленія замыканія начинается зарядъ конденсатора, что и указывается изгибомъ кривой. Точка a соотвѣтствуетъ окончанію заряда конденсатора. Въ моментъ окончанія заряда и до наступленія момента размыканія въ конденсаторѣ токъ не идетъ, что



Фиг. 11.

и указывается совпаденіемъ кривой съ осью абсциссъ на протяженіи отъ a до b. Точка b соотвѣтствуетъ моменту начала размыканія. Съ этого момента въ цѣпи, состоящей изъ конденсатора и катушки съ самоиндукціей, начинается колебательный разрядъ съ постепенно уменьшающеюся амплитудой; это сложное явленіе очень отчетливо отмѣчено на кривой.

Простой термоэлектрическій пирометръ.

А. Л. Королькова.

Для улучшенія нашихъ физическихъ кабинетовъ необходимо строить и пріобрѣтать новые приборы такой конструкціи, чтобы въ случаѣ одновременнаго употребленія нѣсколькихъ приборовъ чувствительности всѣхъ приборовъ были соотвѣтственно подобраны: амперометры, вольтметры должны имѣть шкалы и устройство, соотвѣтствующія имѣющимся генераторамъ тока; реостаты должны соотвѣтствовать требуемой силѣ тока; гальванометры должны быть достаточно чувствительны для опытовъ съ индукціей, термоэлектричествомъ; термометры должны быть достаточно чувствительны при калориметрическихъ опытахъ и т. д. Нерѣдко можно видѣть въ физическомъ кабинетѣ много электроскоповъ и даже электрометровъ, нѣсколько гальванометровъ, нѣсколько термоэлектрическихъ столбиковъ, нѣсколько индукціонныхъ катушекъ, но термоэлектрическій столбикъ или распаянъ, или число элементовъ въ немъ не отвѣчаетъ чувствительности имѣющагося гальванометра; катушки для опытовъ съ индукціей не даютъ достаточныхъ отклоненій вслѣдствіе недостаточности числа витковъ; длина оптической скамьи не соотвѣтствуетъ оптическимъ даннымъ имѣющихся стеколъ и зеркалъ и т. д.

Въ настоящей замѣткѣ я имѣю въ виду описать термоэлектрическую батарейку, которую можно употреблять, какъ термометръ для температуръ отъ -200^0 до $+400^0$, и которая даетъ показанія при помощи имѣющагося во многихъ кабинетахъ классснаго гальванометра Гартмана и Брауна; послѣдній, съ шунтомъ, служитъ амперометромъ отъ 0 до 10 амп., а съ добавочнымъ сопротивленіемъ—вольтметромъ отъ 0 до 50 вольтъ; чувствительность его такова, что отклоненіе до предѣла шкалы (10 большихъ дѣленій) получается при токѣ въ $^1/240$ ампера, а сопротивленіе его около 90 омовъ.

Батарея состоитъ изъ 24 паръ, спаянныхъ изъ желѣзной и никкелиновой или константановой проволокъ, употребляемыхъ для реостатовъ. Пара желѣзо-константанъ даетъ большую электродвижущую силу, чѣмъ желѣзо-никкелинъ, почти на 10%, но послѣдняя пара удобнѣе, ибо ея электродвижущая сила въ предѣлахъ —100° до + 400° растетъ почти пропорціонально температурѣ, такъ что для калибрированія достаточно опредѣлить только отклоненіе при 0° и 100° С.

Пары спаяны мѣднымъ припоемъ изъ проволоки толщиною въ 0,5 mm. и длиною въ 35 сантиметровъ; каждая проволока ранѣе спайки продѣта сквозь тоненькую стеклянную трубочку, и все сложено въ 4 ряда по 6 паръ въ каждомъ ряду. Стеклянныя трубки скрѣплены наружною оправою изъ листового желѣза, а концы трубокъ залиты гипсомъ такъ, что спаи остаются незалитыми. Одинъ конецъ оправы укрѣпленъ въ деревянную рамочку, къ которой привинчены зажимы, присоединенные къ крайнимъ проволокамъ (желѣзо +, никкелинъ —). Такая батарейка и гальванометръ позволяютъ измѣрять въ классѣ температуры съ точностью до 5° въ очень широкихъ предѣлахъ. При работахъ отдѣльныхъ учениковъ, взявъ просто гальваноскопъ того же Гартмана и Брауна съ чувствительностью въ 6.10^{-6} амп., можно измѣрять температуры съ гораздо большею точностью, такъ какъ отклоненіе стрѣлки такого гальваноскопа на одно дѣленіе соотвѣтствуетъ приблизительно 0,1°С.

Электродвижущая сила одного элемента желѣзо-никкелинъ равна 50.10^{-6} вольтъ при разности температуръ спаевъ въ 1°.

С.-Петербургъ.
Михайловская Артиллерійская
Академія.

I. Опредѣленіе сгустительной силы конденсатора и разности потенціаловъ полюсовъ электрофорной машины при помощи градуированнаго алюминіеваго электрометра.

Б. Ю. Кольбе.

I. Опредѣленіе сгустительной силы.

Зная сгустительную силу k конденсатора, мы въ состояніи опредѣлить число вольтъ, соотвѣтствующее отклоненію листочка градуированнаго электрометра безъ конденсатора. Но такъ какъ сгустительная сила конденсатора зависитъ отъ степени влажности воздуха, то простой способъ опредѣленія этого числа имѣетъ практическое значеніе.

Положимъ, что нижняя пластинка конденсатора имѣетъ зарядъ $=L$ и что при наложеніи верхней пластинки и сообщеніи ея съ землею изъ всего заряда нижней пластинки связывается $L_1 = x.L$. Тогда въ нижней пластинкѣ остается $L - x.L$ свободнаго электричества; здѣсь черезъ x обозначено отношеніе связаннаго электричества ко всему заряду пластинки. Въ этомъ случаѣ выраженіе

$$k = \frac{L}{L - x.L} = \frac{1}{1 - x}$$

даетъ намъ отношеніе электроемкости нижней пластинки, какъ конденсатора, къ электроемкости той же пластинки взятой отдѣльно, т. е. сгустительную силу.

Въ моей книжкѣ: „Введеніе въ ученіе объ электричествѣ“ (Т. 1, 1904 г., стр. 140) есть способъ опредѣленія числа x, но выводъ его не вполнѣ ясенъ. Для практическаго опредѣленія

этого числа можно воспользоваться слѣдующимъ простымъ способомъ и связанными съ нимъ разсужденіями:

на нижней пластинкѣ ($+\varepsilon$)	на верхней пластинкѣ ($-\varepsilon$).
первоначальный зарядъ $= L$ связаннаго эл. $L_1 = x . L$	послѣ 1. прикосн. (къ верхней)
послѣ 1 прикосн. (къ нижней) остаточный зарядъ $L_1 = x . L$ связаннаго эл. $L_2 = x . L_1 = x^2 . L$	послѣ 2. прикосн. (къ верхней)
послѣ 2 прикосн. (къ нижней) остаточный зарядъ $L_2 = x^2 . L$ связаннаго эл. $L_3 = x . L_2 = x^3 . L$	послѣ 3 прикосн. (къ верхней)
— — — — связаннаго эл. (и окончательный зарядъ послѣ n-аго прикосновенія къ нижней пластинкѣ) $L_n = x^n . L$	— — — — послѣ n-аго прикосн. (къ верхней)

Величины L и L_n можно прямо измѣрить градуированнымъ электрометромъ и отсюда вычислить x, послѣ чего уже легко опредѣлить требуемую сгустительную силу $k = 1/(1-x)$.

Изъ уравненія $x^n . L = L_n$ слѣдуетъ, что $x^n = L_n/L$, а отсюда

$$x = \sqrt[n]{\frac{L_n}{L}} = Num\left(\frac{\log L_n - \log L}{n}\right).$$

При сухомъ воздухѣ (42% влажности при $t = 20^0{,}5$ *C.*) на нашемъ конденсаторѣ первоначальный зарядъ нижней пластинки составлялъ $L = 5{,}0$ единицъ градуированной шкалы электрометра. Послѣ 10-ти двойныхъ прикосновеній къ верхней и къ ниж-

ней пластинкамъ [1]) тотъ же электрометръ показалъ зарядъ $L_n=4{,}7$; слѣдовательно

$$x=\sqrt[10]{4{,}7/5{,}0}=Num\left(\frac{log\,4{,}7-log\,5{,}0}{10}\right)=0{,}9949,$$

а отсюда $1-x=0{,}0051$ и искомая сгустительная сила конденсатора $k={}^1/0{,}0051=196$.

На другой день ($40^0/_0$ влажности при $t=21^0{,}5$ *C.*) я получилъ $k=205$; т. е. въ среднемъ

$$k=200.$$

Изложенный способъ для нашихъ цѣлей достаточно точенъ и притомъ легко выполнимъ.

II. Опредѣленіе разности потенціаловъ полюсовъ электрофорной машины.

Зная сгустительную силу k конденсатора, не трудно уже опредѣлить разность потенціаловъ электрофорной машины, но прежде чѣмъ это сдѣлать, я произвелъ слѣдующій предварительный опытъ:

Пользуясь электрометромъ съ конденсаторомъ, я нашелъ, что 1 нормальный элементъ Даніеля (1,07 вольтъ) давалъ 1,1 единицы градуированной шкалы, т. е. что шкала въ этотъ день соотвѣтствовала съ достаточною точностью числу вольтъ.

Электрофорная машина при 2 оборотахъ махового колеса въ секунду давала искры длиною въ 24 cm.

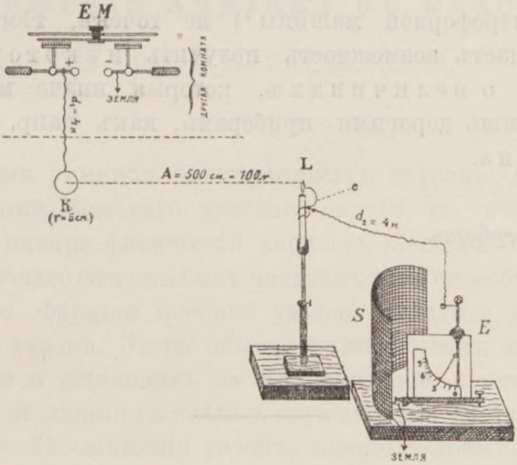
Извѣстно, что потенціалъ въ электрическомъ полѣ изолированнаго шара обратно пропорціоналенъ разстоянію искомой точки отъ центра шара. Предположимъ, что поверхность шара имѣетъ потенціалъ равный v вольтъ и примемъ для простоты разсужденія радіусъ r этого шара за единицу, тогда получимъ:

на разстояніи отъ центра $A=$	$1\,r$	$2\,r$	$3\,r$	$n\,r$
Потенціалъ $=$	$v_1=v/_1$	$v_2=v/_2$	$v_3=v/_3$	$v_n=v/_n$

[1]) Для прикосновенія отводныхъ проволокъ (при стержнѣ электрометра и при ручкѣ верхней пластинки) я пользуюсь кускомъ толстой проволоки, соединенной при помощи тонкой проволоки съ водопроводной трубою для отвода къ землѣ.

Зная разстояніе ($A = n \cdot r$) данной точки L отъ центра шара (фиг. 1) и ея потенціалъ v_n, легко опредѣлить потенціалъ v шара K.

Если одинъ полюсъ (+) электрофорной машины EM соединить съ описаннымъ шаромъ K, а другой полюсъ (—) отвести къ землѣ, то мы можемъ легко измѣрить разность потенціаловъ между полюсами данной машины.



Фиг. 1.

Общее расположеніе этого измѣренія дано на фиг. 1. Электрофорная машина EM находится въ другой комнатѣ. Радіусъ шара K равенъ $r = 5$ cm, длина соединительной тонкой мѣдной проволоки равна $d_1 = 4$ m. Въ разстояніи $A = 500$ cm $= 100\,r$ находится пламенный коллекторъ L, состоящій изъ стеариновой свѣчи на высокомъ штативѣ, вокругъ которой два раза обмотана желѣзная проволока e. Свободный дугообразный конецъ этой проволоки введенъ въ пламя свѣчи L, а другой ея конецъ соединенъ при помощи проволоки съ электрометромъ E безъ конденсатора; длина проволоки $d_2 = 4$ m. Передъ электрометромъ стоитъ полуцилиндрическая сѣтка S, которая вмѣстѣ съ оправой электрометра отведена къ землѣ.

Если теперь равномѣрно вращать электрофорную машину съ той-же скоростью, при которой получаются максимальныя искры (2 оборота маховаго колеса въ секунду), то электрометръ показываетъ потенціалъ точки L, гдѣ находится пламя свѣчи.

Въ тотъ день, когда я измѣрилъ $k=200$, я получилъ въ точкѣ L $v_n=3{,}1$ единицъ градуированной шкалы, и поэтому разность потенціаловъ полюсовъ электрофорной машины EM

$$v = 100 \,.\, k \,.\, v_n = 100 \,.\, 200 \,.\, 3{,}1 = 62000 \text{ вольтъ.}$$

Въ разные дни я получалъ различныя числа, но вмѣстѣ съ тѣмъ измѣнялась и длина максимальныхъ искръ.

Хотя этотъ способъ опредѣленія разности потенціаловъ полюсовъ электрофорной машины[1]) не точенъ, тѣмъ не менѣе онъ намъ даетъ возможность получить некоторое представленіе о величинахъ, которыя иначе могутъ быть измѣрены лишь дорогими приборами, какъ напр. электрометромъ Брауна.

С.-Петербургъ.

---

[1]) Въ заключеніе считаю полезнымъ указать, что при аналогичныхъ измѣреніяхъ въ электрическихъ машинахъ съ треніемъ этотъ опытъ мнѣ не удавался, потому что листочекъ электрометра E все время двигался, и отклоненія его нельзя было опредѣлить.

Сжиженіе аммiака въ классѣ.

В. И. Красковскаго.

Во время зимнихъ каникулярныхъ курсовъ для преподавателей физики Кiевскаго учебнаго округа, гг. члены курсовъ посѣтили 4 января физическiй кабинетъ кiевской 3-й гимназiи. Въ числѣ прочаго гостямъ былъ показанъ тотъ способъ, при помощи котораго Фарадею впервые удалось обратить въ жидкость цѣлый рядъ газовъ. Этотъ опытъ заинтересовалъ многихъ своею простотою и остановилъ на себѣ вниманiе, а потому можетъ быть будетъ не лишнимъ сказать слушателямъ вообще нѣсколько словъ о способѣ сжиженiя газовъ, впервые примѣненномъ Фарадеемъ, и въ частности болѣе подробно описать трубку, фигурировавшую въ данномъ случаѣ.

Первый газъ, который Фарадей обратилъ въ жидкость, былъ хлоръ. Для этого онъ приготовилъ стеклянную изогнутую трубку, наполнилъ ее кристаллами гидрата хлора, $Cl_2 + 10H_2O$, и запаялъ ее съ обоихъ концовъ. Для полученiя гидрата хлора, охлаждаютъ хлорную воду ниже точки замерзанiя воды; появляющiеся при этомъ желтые чешуйчатые кристаллы и есть $Cl_2 + 10H_2O$. При подогрѣванiи конца трубки съ гидратомъ хлора на водяной банѣ въ $30^0 C$, въ другомъ свободномъ ея концѣ, погруженномъ въ тающiй снѣгъ, сжижался хлоръ. Въ этомъ концѣ онъ появлялся въ видѣ желтой жидкости подъ слоемъ воды, образовавшейся изъ пара, который переходилъ сюда вмѣтѣ съ хлоромъ. Желая изслѣдовать основательнѣе появившуюся жидкость, Фарадей надпилилъ трубку, но произошелъ взрывъ, и жидкость исчезла, разсѣявшись въ видѣ газа.

Продолжая въ томъ-же направленiи свои изысканiя далѣе, Фарадей старался подобрать вещества, способныя при низ-

кихъ температурахъ поглощать тотъ или иной газъ и выдѣлять его при подогрѣваніи до болѣе высокой температуры, или подбиралъ такія химическія соединенія, которыя при подогрѣваніи разлагались на составныя части, выдѣляя при этомъ извѣстные газы.

При помощи описанныхъ трубокъ Фарадею удалось сжижать кромѣ хлора, сѣрнистую кислоту, сѣрнистый водородъ, углекислоту, закись азота, синеродъ и хлористо-водородный газъ.

Трубка, подобная только что описанной, была показана въ дѣйствіи и гг. членамъ курсовъ, но только въ ней сжижался амміакъ NH_3. Размѣры и внѣшній видъ трубки таковы: длина около 50 cm, внѣшній діаметръ нѣсколько меньше 2 cm, толщина стѣнокъ 1,5 mm. Трубка согнута подъ угломъ около 60^0. Одна половина, т. е. вся часть отъ одного конца до изгиба заполнена химическимъ веществомъ состава $AgCl.2NH_3$ [1]), отдѣленнымъ отъ остальной части трубки клочкомъ ваты. Трубка съ обоихъ концовъ тщательно запаяна, такъ чтобы прочность спая была одинакова съ прочностью стѣнокъ самой трубки.

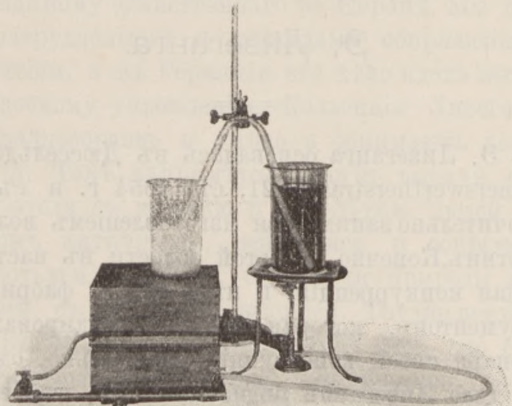
Такъ какъ точка абсолютнаго кипѣнія амміака, или его критическая температура, равна $+130^0 C$, при критическомъ давленіи въ 115 атмосферъ, то при обыденныхъ условіяхъ температуры и давленія амміакъ представляетъ собою паръ. Поэтому для каждой температуры ниже $+130^0 C$. можетъ быть найдено давленіе, доводящее амміакъ до состоянія пересыщенія. Разумѣется, пониженіе температуры пространства, занятаго амміакомъ, соотвѣтственно понижаетъ необходимое для сжиженія давленіе. Такъ, при температурѣ въ $20^0 C$ давленіе, сжижающее амміакъ, равно приблизительно 9 атмосферамъ, при $6^0 C$ оно понижается до 6,5 атм., при 0^0 оно падетъ до 4—5 атм., при—$10^0 C$ до 3-хъ атм., а при—$40^0 C$ амміакъ начнетъ сжижаться при нормальномъ атмосферномъ давленіи.

Опытъ съ трубкой въ присутствіи гг. членовъ курсовъ былъ поставленъ такъ, какъ показанъ на фиг. 1: въ глубокій

---

[1]) $AgCl.2NH_3$ т. е. соединеніе хлористаго серебра съ амміакомъ получается при пропусканіи черезъ хлористое серебро сухого амміака. Этотъ послѣдній жадно поглощается хлористымъ серебромъ. Поглощеніе увеличивается съ пониженіемъ температуры. При температурѣ ниже 0^0 100 частей хлористаго серебра поглощаютъ 115 ч. амміака.

стаканъ съ водой, подогрѣваемый снизу, былъ погруженъ конецъ трубки съ $AgCl.2NH_3$; другой конецъ трубки былъ опущенъ въ тающій снѣгъ. Въ этомъ послѣднемъ минутъ черезъ 30—40 сжижался амміакъ въ количествѣ до 10 куб. сантиметровъ.



Фиг. 1.

Для безопасности опыта и для скорѣйшаго полученія сжиженнаго амміака выгоднѣе свободный конецъ трубки держать при возможно болѣе низкой температурѣ. Трубка съ сжиженнымъ такимъ образомъ амміакомъ, будучи вынута изъ стакана, легко можетъ быть наблюдаема; въ ней испареніе идетъ медленно, и весь жидкій амміакъ исчезаетъ только черезъ 1—2 часа, соединяясь вновь съ $AgCl$. Это послѣднее обстоятельство позволяетъ одну и туже трубку демонстрировать много разъ. Трубка, принадлежащая Физ. Каб. 3-й гимназіи служитъ уже болѣе 15 лѣтъ. Ее можно получить отъ фирмы E. Ducretet à Paris за 25 франковъ.

г. Кіевъ.

80 000 діапозитивовъ.

Э. Лизеганга.

Фирма Э. Лизеганга основалась въ Дюссельдорфѣ на Рейнѣ по Volmerswertherstrasse, 21, съ 1854 г. и съ тѣхъ поръ почти исключительно занимается изготовленіемъ волшебныхъ фонарей и картинъ. Конечно, въ этой области въ настоящее время идетъ сильная конкурренція, и нѣтъ такой фабрики физическихъ инструментовъ, которая не пропагандировала-бы проекціоннаго фонаря своей конструкціи. Насколько, однако, удачно ведетъ свое дѣло Лизегангъ видно изъ того, что за время своего существованія онъ продалъ болѣе 25 000 одныхъ объективовъ къ фонарямъ. Обозрѣвая его каталоги можно видѣть, что онъ направлялъ свои усилія въ теченіе многихъ лѣтъ на созданіе наилучшихъ условій для проекцій съ помощью своего фонаря и на изготовленіе громадныхъ коллекцій картинъ по самымъ разнообразнымъ вопросамъ. Достаточно сказать, что его собраніе картинъ составляетъ въ настоящее время обширную коллекцію діапозитивовъ въ 80000 экземпляровъ.

Такое огромное собраніе діапозитивовъ замѣчательно уже само по себѣ, но любопытно замѣтить, что Лизегангъ не только продаетъ копіи съ нихъ по цѣнѣ отъ 3 до 1 марки, смотря по тому, раскрашенъ діапозитивъ или нѣтъ, но также даетъ цѣлыя серіи картинъ на прокатъ для самыхъ разнообразныхъ чтеній и высылаетъ ихъ по почтѣ туда, гдѣ онѣ требуются. Условія абонемента очень выгодны; цѣны даны въ маркахъ М.

За серію картинъ въ	30 штукъ.	60 штукъ.	80 штукъ.
Нераскрашенныхъ . .	М. 5.0	М. 8	М, 10
Раскрашенныхъ . . .	„ 7.5	„ 12	„ 15

Каталоги этихъ картинъ удобно составлены, а серіи имѣютъ не только порядковые нумера, но также и сокращенныя обозначенія на случай требованія ихъ по телеграфу.

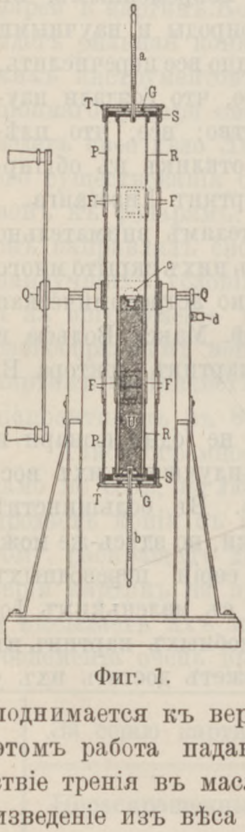
Нужно-ли много прибавлять къ сказанному, чтобы дать понятіе о громадномъ образовательномъ значеніи подобнаго института, повидимому единственнаго въ Европѣ. Мы вѣдь знаемъ, съ какими затрудненіями и расходами сопряжены всѣ наши публичныя чтенія, а въ Германіи это дѣло идетъ весьма просто, благодаря подобному учрежденію. Коллекціи Лизеганга составлены очень разнообразно и умѣло и обнимаютъ весьма многія отрасли знанія. Такъ напримѣръ, многія тысячи его картинъ знакомятъ зрителя съ жизнью и культурою людей всего міра; съ искусствомъ античнымъ, ренесанса и современнымъ; съ промышленностью и техникою; съ силами природы и научными изслѣдованіями; съ церковною исторіей. Трудно все перечислить, такъ разнообразенъ составъ этихъ серій. Все, что создали наука и искусство; все, что оцѣнило человѣчество; все, что плѣняетъ его умъ и его зрѣніе, все это нашло откликъ въ обширнѣйшемъ и замѣчательнѣйшемъ собраніи картинъ Лизеганга.

Мы очень рекомендуемъ нашимъ читателямъ внимательно просмотрѣть каталоги Лизеганга, такъ какъ въ нихъ скрыто много полезнаго и интереснаго. Чего стоитъ только астрономическая серія, содержащая около сотни картинъ проф. Макса Вольфа и зоолого-анатомическая въ нѣсколько сотъ картинъ доктора В. Штемпеля.

Фирма Лизеганга, конечно, готовитъ не одни фонари и картины, но и все то, что способствуетъ наилучшему ихъ воспроизводству передъ зрителемъ на экранѣ. Въ большинствѣ случаевъ діапозитивы сдѣланы фотографически, но здѣсь-же можно очень дешево пріобрѣтать интересныя серіи переводныхъ раскрашенныхъ картинъ для проекцій дома съ маленькимъ фонаремъ. Кто напрасно пробовалъ искать подобныхъ картинъ въ нашихъ магазинахъ, тотъ съ успѣхомъ можетъ достать ихъ у Лизеганга.

Физическій кабинетъ.

9. *Новый аппаратъ Рубенса для опредѣленія механическаго эквивалента тепла.* Профессоръ Рубенсъ демонстрировалъ недавно въ Нѣмецкомъ физическомъ обществѣ въ Берлинѣ новый аппаратъ для опредѣленія механическаго эквивалента тепла. Такихъ аппаратовъ въ лабораторной практикѣ есть уже нѣсколько (см. „Физ. Обоз.“ 1906, стр. 272), но настоящій интересенъ въ томъ отношеніи, что позволяетъ очень просто вычислить работу, а потому онъ пригоденъ и для средней школы.



Фиг. 1.

Аппаратъ Рубенса изображенъ на фиг. 1. Онъ состоитъ изъ латунной трубы *RR*, длиною въ 60 cm. и шириною въ 4,5 cm.; труба *RR* наполнена машиннымъ масломъ и образуетъ собою калориметръ для измѣренія количества тепла *Q*, въ которое переходитъ механическая работа *W* при паденіи тяжелой свинцовой гири *U*. Труба *RR* на своихъ концахъ заперта двумя крышками, черезъ которыя въ нее введены термометры *a* и *b*.

Вокругъ калориметрической трубы *RR* идетъ труба *PP* для защиты калориметра отъ тепловаго обмѣна съ окружающимъ воздухомъ; труба *PP* соединена съ калориметромъ *RR* посредствомъ каучуковыхъ колецъ *SS* и закрыта на концахъ крышками *TT*.

Падающее внутри калориметра тѣло *U* есть свинцовая гиря въ 4 kgr. Когда аппаратъ вращается около оси *QQ*, эта гиря поднимается къ верху и затѣмъ падаетъ медленно внизъ. При этомъ работа падающей гири превращается въ теплоту вслѣдствіе тренія въ маслѣ. Работа *W* въ данномъ случаѣ есть произведеніе изъ вѣса гири на пройденный ею путь, а количество тепла *Q*, полученнаго калориметромъ, выражается произведеніемъ водяного эквивалента калориметра на приращеніе температуры,

измѣренное помощью термометровъ a и b. Такимъ образомъ механическій эквивалентъ тепла

$$J = \frac{W}{Q}.$$

Для одного опыта нужно сдѣлать отъ 50 до 500 поворотовъ аппарата, на что требуется отъ 3 до 30 минутъ времени. При 50 оборотахъ приращеніе температуры достигаетъ 0.25° С.

Отдѣльные опыты даютъ ошибку около 2% при 450 оборотахъ и около 3% при 100—200 оборотахъ. Изъ 10 наблюденій, сдѣланныхъ проф. Рубенсомъ, оказалось, что найденная имъ величина J отличалась всего на 0,94% отъ принятаго имъ J =424,8kgr. m./cal.

Deutsche Mechaniker Zeitung, 1906. p. 125.

Хроника.

4. *Физика въ Коммерческомъ Институтѣ*. Въ Берлинѣ, 24 октября 1906 г., открытъ Коммерческій Институтъ на счетъ купечества, пожертвовавшаго на его сооруженіе и устройство 3 400 000 марокъ. Сдѣлавши все возможное для наилучшей постановки преподаванія спеціальныхъ предметовъ, устроители его не пожалѣли мѣста и средствъ для химіи и физики. Для физики отведено очень хорошее и просторное помѣщеніе, состоящее изъ 16 комнатъ и подвала. Самое преподаваніе этого предмета распадается на: 1° лекціи по экспериментальной физикѣ; 2° лекціи по технической физикѣ; 3° практическія упражненія для начинающихъ; 4° введеніе въ самостоятельныя научныя работы.

Аудиторія разсчитана на 100 слушателей; приблизительно столько-же практикантовъ можетъ вмѣстить хорошо оборудованная лабораторія. Преподаваніе поручено проф. Ф. Ф. Мартенсу.

Такимъ образомъ Берлинъ обогатился еще одною хорошею физическою лабораторіею; если вспомнить, что кромѣ физическаго института при университетѣ въ Берлинѣ сооружены: прекрасная лабораторія при Физико-технической Палатѣ, при Комиссіи мѣръ и вѣсовъ, при Техническомъ Институтѣ, при Сельскохозяйственной Академіи, то новый институтъ далъ Берлину шестую физическую лабораторію.

Deutsche Mechaniker Zeitung, 1907, p. 57.

Библіографія.

9. Dr. *Joh. Crüger*, Lehrbuch der Physik für höhere Schulen und zum Selbstunterricht, in methodischer und systematischer Darstellung. X Aufl., neu bearbeitet von *Dr. Rudolf Hildebrand*. Lpz. C. F. Amelangs Verlag. 1905, 422. S.

Учебникъ г. Крюгера едва-ли можетъ удовлетворить русскаго преподавателя средней школы. Хорошо-ли, дурно-ли, но при преподаваніи физики въ нашей средней школѣ отчетливо выступаетъ стремленіе дать посильное механическое обобщеніе изучаемыхъ явленій. Въ нашей школѣ существуетъ и стремленіе сдѣлать преподаваніе физики возможно научнымъ, а опредѣленія основныхъ понятій возможно точными. И того, и другого мы напрасно стали-бы искать въ разсматриваемомъ учебникѣ. Г. Крюгеръ придалъ своему изложенію чисто описательный характеръ; но даже и при такомъ изложеніи нельзя, конечно, обойтись безъ вывода нѣкоторыхъ основныхъ теоремъ; въ явленіяхъ чисто физическихъ это, конечно, законно и возможно, но нельзя этого-же пріема примѣнять и къ теоремамъ раціональной механики; между тѣмъ все изложеніе механики ведется г. Крюгеромъ при посредствѣ опыта. При такомъ условіи трудно, понятно, ожидать, чтобы изложеніе удовлетворило самаго снисходительнаго критика, а о систематичности изложенія едва-ли даже можно и говорить.

Начавъ механику съ понятія о вѣсѣ, авторъ даетъ, на нашъ взглядъ, крайне хаотическое изложеніе, которое производитъ на читателя впечатлѣніе набора опытныхъ фактовъ, не связанныхъ между собой никакимъ обобщающимъ началомъ; теорія векторовъ, кинематика и динамика настолько перепутаны между собой, что чтеніе книги представляетъ трудъ даже для спеціалиста. Детальный разборъ завелъ-бы насъ слишкомъ далеко; для примѣра мы ограничимся только указаніемъ на нѣкоторые недочеты. Первый законъ Ньютона, напримѣръ, выводится изъ опыта. Второй законъ Ньютона выводится изъ опыта на Атвудовой машинѣ. Центру тяжести твердаго тѣла дано, напримѣръ, такое опредѣленіе: „точка тѣла, которую надо подпереть, чтобы оно не было приведено въ движеніе силой тяжести, называется центромъ тяжести тѣла“. Много недочетовъ, подобныхъ этимъ, можно было-бы и еще привести, но уже и сказаннаго достаточно для характеристики механическаго отдѣла учебника г. Крюгера.

Что касается остальныхъ отдѣловъ учебника, то существенныхъ недочетовъ въ нихъ значительно меньше, какъ и слѣдовало ожидать по характеру содержанія этихъ отдѣловъ. Однако принятый авторомъ характеръ изложенія основъ механики лишилъ его возможности дать механическое толкованіе и научное обобщеніе описываемыхъ опытныхъ фактовъ. Въ результатѣ учащійся составитъ себѣ о физикѣ представленіе, какъ о собраніи опытныхъ фактовъ, а вся красота этой науки, состоящая въ обобщеніи этихъ фактовъ въ нѣчто единое и цѣльное, останется для него невѣдомой. Мы не можемъ, однако, согласиться съ тѣмъ, чтобы подобная постановка дѣла въ средней школѣ была желательной. Задача средней школы, по нашему мнѣнію, должна состоять не въ томъ только, чтобы сообщить учащемуся рядъ опытныхъ фактовъ, но и въ томъ, чтобы научить учащагося понимать описываемый фактъ, научить его логически мыслить и проникать духовнымъ взоромъ за тѣсные предѣлы опыта. Подобной цѣли учебникъ г. Крюгера, на нашъ взглядъ, совершенно не удовлетворяетъ, а потому мы не считаемъ себя въ правѣ рекомендовать его русскимъ преподавателямъ.

О внѣшней сторонѣ учебника мы должны замѣтить, что онъ не удовлетворяетъ требованіямъ школьной гигіены: шрифтъ слишкомъ мелокъ, наборъ очень плотенъ, а интерлиньяжъ едва достигаетъ двухъ миллиметровъ: достаточно сказать, что геометрическіе размѣры шрифта почти въ полтора раза ниже нормъ, указанныхъ, въ качествѣ предѣльныхъ, русскимъ Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія въ циркулярѣ 11-го ноября 1905 г. Многіе рисунки темны и неотчетливы.

І. Косоноговъ.

10. *О. Ф. Эттингенъ.* Опытъ разысканія основныхъ принциповъ атомной механики. Вильна. 1904. 164 стр. Ц. 1 р. 25 к.

Авторъ стремится разрѣшить задачу столь-же трудную, сколько и заманчивую для естествоиспытателя: выяснить строеніе вещества, причину различія атомовъ элементовъ и установить законы, по которымъ сами атомы возникли.

Съ этой цѣлью проводится аналогія между строеніемъ и происхожденіемъ космическихъ системъ и атомовъ. Всѣми движеніями въ атомныхъ системахъ управляетъ одинъ законъ, а

именно Ньютоновъ законъ всемірнаго тяготѣнія. Онъ-же даетъ возможность объяснить возникновеніе различныхъ атомовъ; для этого достаточно къ нимъ примѣнить космогоническую гипотезу Лапласа. Авторъ предполагаетъ, что атомы различныхъ элементовъ произошли отъ распаденія нѣкоторыхъ находившихся во вращательномъ движеніи первобытныхъ атомовъ такимъ образомъ, что по мѣрѣ охлажденія отъ нихъ отдѣлялись другъ за другомъ кольца, образовавшія затѣмъ извѣстные нынѣ атомы. Опорою для всѣхъ этихъ гипотезъ служитъ открытое авторомъ соотношеніе между атомными вѣсами элементовъ. Оказывается, что массы атомовъ относятся между собою, какъ объемы непрерывно другъ въ друга входящихъ колецъ и въ конечномъ счетѣ равны разностямъ квадратовъ послѣдовательныхъ цѣлыхъ чиселъ. Обращаясь къ провѣркѣ этого соотношенія, прежде всего замѣтимъ, что разности квадратовъ ряда натуральныхъ чиселъ представляютъ просто рядъ нечетныхъ чиселъ. Выходило-бы, что атомные вѣса должны быть близки къ нечетнымъ числамъ. Если взглянемъ на таблицу элементовъ, то увидимъ, что числа нечетныя и четныя, опуская дроби, попадаются одинаково часто. Авторъ старается исправить несовпаденіе чиселъ, добавляя дробныя части; но если принять во вниманіе, что атомные вѣса расположены въ ограниченныхъ предѣлахъ и числа, ихъ выражающія, близки другъ къ другу, то такимъ образомъ можно установить такой законъ, какой только намъ заблагоразсудится. Поэтому то оправданіе, которое даетъ авторъ своей теоріи, по меньшей мѣрѣ шатко и равнымъ образомъ не можетъ считаться достигнутой цѣль—установить законъ тяготѣнія на основаніи данныхъ химіи.

Авторъ оставляетъ внѣ разсмотрѣнія вопросъ о связи строенія атома со спектромъ, ему соотвѣтствующимъ. Если свѣтъ есть электромагнитное излученіе, въ чемъ теперь едва-ли кто усумнится, то трудно себѣ представить, какимъ образомъ, атомы, управляемые однимъ лишь тяготѣніемъ, могутъ его излучать. Къ разрѣшенію этихъ вопросовъ подходитъ разрабатываемая въ настоящее время электрическая теорія строенія атомовъ. О своемъ отношеніи къ ней авторъ нигдѣ не говоритъ.

Ч. Бялобржескій.

11. *Dr. Frölich.* Die Entwickelung der elektrischen Messungen. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1905, S. 192, 3. M. Эта книга составляетъ пятый томъ собранія естественноисторическихъ и математическихъ монографій, издаваемыхъ Фивегомъ подъ именемъ: „Die Wissenschaft". Она разсчитана на опредѣленный кругъ читателей, физиковъ и техниковъ, которые интересуются электрическими измѣреніями, причемъ подробности и вычисленія по возможности оставлены въ сторонѣ.

Фрёлихъ раздѣлилъ свой трудъ на двѣ части; первую изъ нихъ онъ посвятилъ описанію измѣрительныхъ инструментовъ, а вторую—обзору измѣрительныхъ методовъ. Въ первомъ отдѣлѣ мы находимъ описанія очень многихъ инструментовъ, вошедшихъ въ современную лабораторную практику; сверхъ того здѣсь разобраны счетчики энергіи Арона, Гуммеля, Феррариса, а также осциллографы Фрёлиха и новѣйшій Сименса-Шуккерта.

Вторая часть гораздо короче, всего 45 страницъ, и мало чѣмъ отличается отъ соотвѣтственнаго отдѣла извѣстнаго руководства Кольрауша. Здѣсь подробнѣе остального разобранъ потенціометръ Кромптона, универсальный гальванометръ Сименса и Гальске и измѣреніе коэффиціентовъ самоиндукціи.

Книга Фрёлиха отлично иллюстрирована соотвѣтственными рисунками и діаграммами.

Трудно сказать, достигъ-ли авторъ намѣченной цѣли. Неопытный читатель далеко не все пойметъ, не зная теоріи описываемаго, а болѣе искусившійся находитъ въ книгѣ Фрёлиха мало новаго. *Г. Де-Метцъ.*

12. *Harrwitz, Fl.* Adressbuch der Deutschen Präcisionsmechanik und Optik und verwandter Berufszweige. 3-te vollständig neu bearbeitete Auflage. Berlin. 1906. 376 S. M. 10.

Мы очень рекомендуемъ вниманію нашихъ читателей книгу Ф. Гаррвица, редактора журнала „Der Mechaniker". Она полна интереса и однимъ огромнымъ перечнемъ фирмъ и ихъ производства рисуетъ блестящее положеніе современной германской промышленности вообще и оптико-механической въ частности. Богатый статистическій матеріалъ Гаррвицъ прекрасно классифицировалъ, вслѣдствіе чего каждому лицу, имѣющему надобность передать кому-либо тотъ или иной заказъ, легко отыскать цѣлый рядъ подходящихъ фабрикъ.

Адресная книга Гаррвица разбита на три части: въ первой, стр. 1—213, идетъ алфавитный списокъ фирмъ съ обозначеніемъ рода производства; во второй, стр. 217—259,—алфавитный списокъ городовъ съ указаніемъ находящихся въ нихъ фирмъ; въ третьей, стр. 163—371,—алфавитный списокъ спеціальныхъ производствъ съ обозначеніемъ фирмъ, которыя ими занимаются. Такимъ образомъ здѣсь легко добраться и до желаемаго механика и до намѣченнаго инструмента.

Перелистывая эту книгу сухихъ указаній, мы невольно заинтересовались нѣкоторыми данными. Такъ напримѣръ, оказалось, что въ одномъ Берлинѣ и его окрестностяхъ сосредоточено около 580 механическихъ заводовъ и мастерскихъ, а въ цѣломъ рядѣ городовъ Германской Имперіи ихъ можно насчитать многими десятками: въ Мюнхенѣ - 95, въ Гамбургѣ—88, въ Нюренбергѣ—79, въ Ратеновѣ—72, въ Дрезденѣ—67 и т. д. Всѣ эти числа свидѣтельствуютъ о колоссальной производительности страны и объ ея технической мощи. Но вглядываясь внимательно въ 3-ью часть книги Гаррвица, мы видимъ, что въ Германіи теперь происходитъ страшная конкурренція во всѣхъ отрасляхъ и крупной, и мелкой промышленности. Въ самомъ дѣлѣ, достаточно указать, что 125 заводовъ и мастерскихъ заняты изготовленіемъ термометровъ; 116—физическихъ инструментовъ; 113—стеклянныхъ инструментовъ; 80—вѣсовъ; 63—медицинскихъ инструментовъ; 54—геодезическихъ инструментовъ; 49—телефоновъ. Но не однѣ крупныя отрасли промышленности такъ сильно конкуррируютъ между собою. Изъ данныхъ адресной книги мы узнаемъ, что рѣшительная борьба за существованіе идетъ и въ болѣе скромныхъ отдѣлахъ: 20 фирмъ вырабатываютъ лупы; 19 -масштабы; 19—научныя игрушки; 17—сухіе элементы и т. д.

Отсюда видно, что всякое производство въ Германіи можетъ въ настоящее время процвѣтать лишь при томъ условіи, что оно поставлено совершенно правильно и что во главѣ его находятся активные и свѣдующіе люди. И дѣйствительно, кто посѣщалъ германскіе заводы или даже небольшія мастерскія, тотъ знаетъ, что ими управляютъ образованные спеціалисты и нерѣдко даже выдающіеся ученые. Въ Германіи давно сознана и оцѣнена польза союза между наукою и промышленностью, и отъ этого счастливаго союза нѣмецкая промышленность растетъ и процвѣтаетъ.

Г. Де-Метцъ.